添付資料５

家庭用燃料電池発電設備の安全性について

家庭用燃料電池発電設備の安全性について，確認するとともに，その安全性の評価を行った。

ＩＮＤＥＸ

１．目的

（１）対象範囲の仕様

２．結論

３．家庭用燃料電池発電設備について

（１）構造

1) PEFC の基本原理、構造

2) 燃料電池設備の出力特性（ＩＶ（電流―電圧特性））

3) 燃料電池発電設備の構成

4) 燃料電池発電設備の外形及び内部構造

（２）運転方法

1）基本的な作動原理

2）基本的な制御方法について

3）制御方式に関するメカニズム

4）起動時および停止時の基本シーケンス

４．家庭用燃料電池発電設備の安全性の検討

（１）ハード面からの安全性確保

1）材料の選定基準

2）パッケージ内レイアウトの考え方

3）電気系統の考え方

4）非常停止時の改質器温度上昇

（２）ソフト面からの安全性確保

1）運転方法

2）保護項目と停止方法

3）フェールセーフの考え方

4）経時変化の安全性確保について

（３）ハザード抽出

（４）自主基準の現行技術基準との適合

１．目的

一般用電気工作物として位置づける固体高分子形燃料電池（以下「PEFC」という。）の仕様を明確にし、燃料電池発電設備の原理、運転方法を踏まえ、燃料電池発電設備が具備すべき安全性について、既存の各種基準との整合性の調査を行った。

（1） 対象範囲の仕様

昨年度の家庭用燃料電池保安技術検討会での議論を踏まえ、対象としている燃料電池発電設備の仕様を以下のごとくまとめた。

表 1-1　対象とする燃料電池発電設備の主な仕様

項目		仕様等	
一般事項	形式	PEFC	
	構成	パッケージに収納された燃料電池設備と付帯設備などで構成される。	
	運転	系統連系運転又は自立運転	
設置	環境	周囲温度、湿度、標高などの周囲環境は一般に想定される標準使用状態	
	場所	原則的に屋外。寒冷地などのように機器用の建屋への設置も可とする。	
燃料電池発電設備	構成	添付資料による	
	定格出力	現時点では未定。 実機試験では現状 10kW 機が最大であり、家庭用という使用場所を考慮するとそれ相応の容量が望ましい。（参考ではあるが技術基準適合評価委員会で検討している不活性ガスパージレスでは 10kW 未満を対象としている）	
	運転圧力	燃料ガスを通ずる部分のうち最高使用圧力が 100kPa 未満	
	使用燃料	気体燃料（都市ガス、ＬＰＧなど） 液体燃料（灯油、ナフサなど）	
	直流出力電圧	ＤＣ　３００Ｖ以下	
	交流出力電圧	ＡＣ１００Ｖ又はＡＣ２００Ｖ ５０あるいは６０ＨＺ	
	排熱利用	給湯、暖房等への排熱利用あり。（排熱を温水として回収し貯湯槽に蓄えた後に、給湯や暖房等に利用する。）	
	入出力	入力：　燃料　　空気 交流電圧（起動時） 上水	出力：　排気　　熱 交流電圧　　排水

２．結論

上記仕様のものに関しては現行の技術基準、規格、ガイドラインなどの適用により設計、製作、据付のあらゆる過程で安全性についての考え方を明確にしていることがわかる。したがって、既存の技術基準などで安全を担保することができていると考えられる。また、これまで実績のあるりん酸形燃料電池発電設備と同様に技術基準にもとづき製作されている。

特に自主基準については技術項目に対して現行の技術基準などの対応を明確にしたが、ほとんどが現行の技術基準、規格に適合していることがわかる。適用する技術基準等がないものがあるが、安全を確保した要求項目を独自に記載してある。これら項目の精査を含め、家庭用燃料電池発電設備の技術基準作成にあたっては、自主基準をベースに、それを補完する形で安全要件を抽出し、まとめていくことが望ましい。

（現在引用されている基準・規格）

ＪＩＳ　Ｓ　２０９２　家庭用ガス燃焼機器の構造通則
ＪＩＳ　Ｓ　２０９３　家庭用ガス燃焼機器の試験方法
ＪＩＳ　Ｓ　２１０９　家庭用ガス温水機器
ＪＩＳ　Ｓ　３２００－１　水道用器具－耐圧性能試験方法
－２　水道用器具－耐寒性能試験方法
－３　水道用器具－水撃限界性能試験方法
－４　水道用器具－逆流防止性能試験方法
－５　水道用器具－負圧破壊性能試験方法
－６　水道用器具－耐久性能試験方法
－７　水道用器具－浸出性能試験方法
ＪＩＳ　Ｃ　００１０　環境試験方法通則
ＪＩＳ　Ｃ　００３２　環境試験方法（電気・電子）機器用高温高湿（定常）試験方法
ＪＩＳ　Ｃ　１５０２　普通騒音計
ＪＩＳ　Ｃ　８７２０　小型シール鉛蓄電池
ＪＩＳ　Ｃ　８７０７　陰極吸収式シール形掘置鉛蓄電池
ＪＩＳ　Ｃ　８８０１　りん酸形燃料電池システム通則
ＪＩＳ　Ｃ　８９６２　小出力太陽光発電用パワーコンディショナの試験方法
ＪＩＳ　Ｃ　８９８０　小出力太陽光発電用パワーコンディショナ
ＪＩＳ　Ｃ　９２１９　貯湯式電気温水器
ＪＩＳ　Ｚ　２３７１　塩水噴霧試験方法
ＪＩＳ　Ｚ　８７０３　試験場所の標準状態
ＪＩＳ　Ｋ　０１０２　工場排水試験方法
ＪＩＳ　Ｋ　０１０３　排ガス中の硫黄酸化物分析方法
ＪＩＳ　Ｋ　０１０４　排ガス中の窒素酸化物分析方法
ＪＩＳ　Ｋ　０１５１　赤外線ガス分析計
ＪＩＳ　Ｋ　２３０１　燃料ガス及び天然ガスー分析・試験方法
ＪＩＳ　Ｂ　７９５２　大気中の二酸化硫黄自動計測器
ＪＩＳ　Ｂ　７９８２　排ガス中の窒素酸化物自動計測器
ＪＩＳ　Ｂ　７９８３　排ガス中の酸素自動計測器
ＪＩＳ　Ｂ　８００５　往復動内燃機関－空気音の測定－実用測定方法及び簡易測定方法

JIS D 1030 自動車―排ガス中の一酸化炭素、二酸化炭素、全炭化水素及び窒素酸化物の測定法

ＪＩＳ （提案中） 住宅用システム電気系安全性設計標準

ＪＥＡＣ ５００２ 燃料電池発電規程（社）日本電気協会

ＪＧA指－Ｃ０１－９０ 発電用ガスエンジン安全技術指針（社）日本ガス協会

ＪＩＡ Ｃ ０２２－９９ ガス温水機器検査規程

ＪＩＡ Ｄ ０４４－９１ガスヒートポンプ冷暖房機器検査規程

ＪＩＡ Ｆ ０１８－９７吸収式冷暖房用ガス熱源機検査規程

ＪＩＡ (提案中) ガス燃焼機器の排ガス中の窒素酸化物濃度測定方法暫定規格

AMERICAN NATIONAL STANDARD“ FUEL CELL POWER PLANTS ” ANSI Z 21.83 1998

電気設備に関する技術基準を定める省令、解釈

発電用火力設備に関する技術基準を定める省令，解釈

系統連系技術要件ガイドライン

３．家庭用燃料電池発電設備について

（１）構造

燃料電池設備の基本原理、燃料電池発電設備の基本構成をまとめた。

1) PEFC の基本原理、構造

燃料電池設備は水素と酸素を連続的に供給し電気化学反応で直接電気を得る発電装置である。PEFC の基本原理を図 3-1 に示す。

セル（単電池）は燃料極、空気極及び電解質から構成されるＭＥＡ（Membrane Electrode Assembly）と呼ばれるものを基本としている。PEFC の電解質は、高いプロトン導電性やガス分離能（改質ガスや酸化剤ガスが電解質を通っての対極への移動を防止）を備えた厚さ数十μｍの非常に薄い高分子膜である。プロトンは、水を伴って電解質中を移動するため、水が十分に存在しないと導電性が低下してしまう。このため、高分子膜を加湿するといった水分管理が非常に重要であり、改質ガスや酸化剤を適度に加湿してセルに供給する。

作動温度は約 80℃と低く電気化学反応を迅速に進めるため、電極に白金系の触媒を使用している。それら単電池をセパレータを介して直列に複数枚積層し、所定の出力に相当するスタックとする。セパレータの両面の溝にそれぞれ改質ガス、酸化剤ガスを通すことで出力を得る(図 3-2)。

図３-１　固体高分子とは？

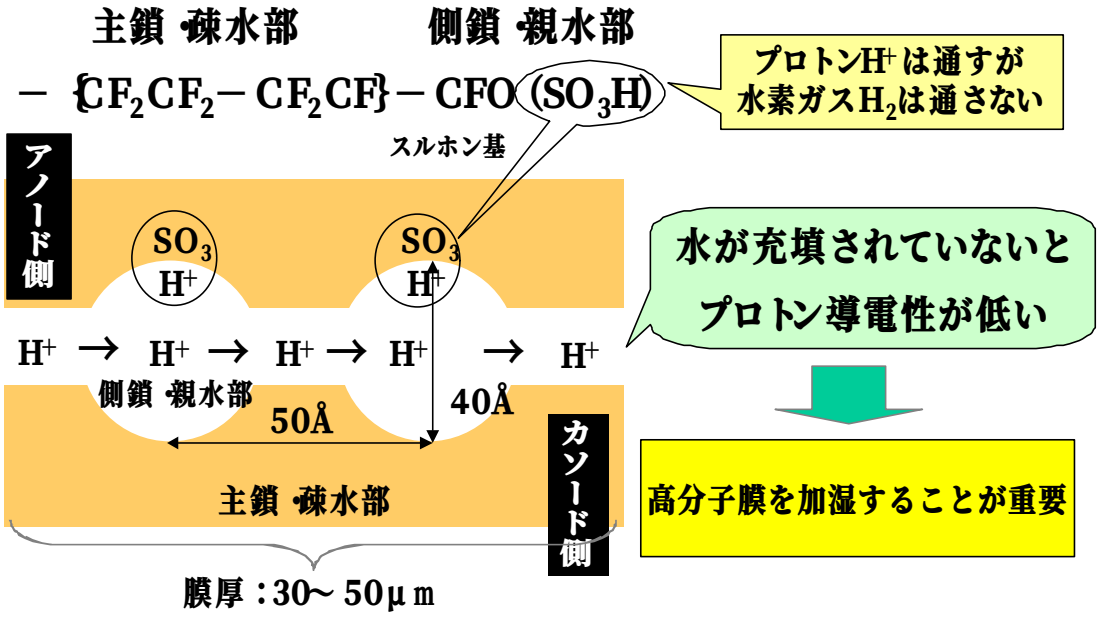
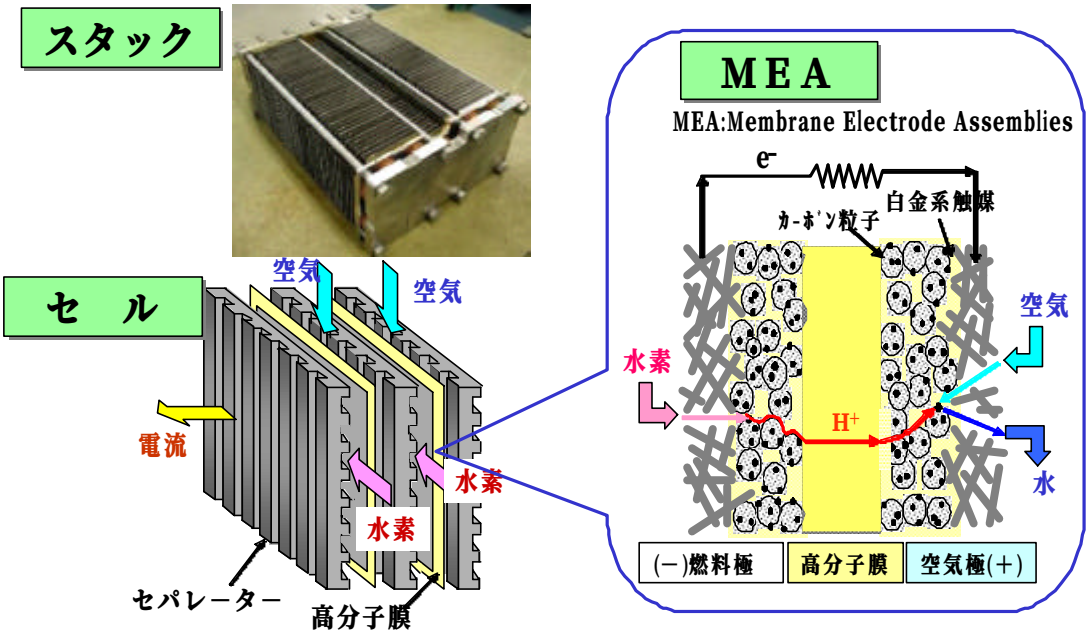


図３－２ PEFCの構造



2) 燃料電池設備の出力特性（ＩＶ（電流―電圧特性））

定置用 PEFC は、高い発電効率を得るために通常 0.2～0.3Ａ/ｃｍ２の電流密度で単セル電圧が 0.7Ｖ以上となるように設計される。

１kW級ＰＥＦＣシステムにおけるセルスタックの電流―電圧特性例を図 3-3 に示す。セルスタックの定格出力時の作動電圧は 62V、電流は 20Aである。無負荷時の開回路電圧は約 82Vであり、これがセルスタックの最大電圧となる。図 3-3 に示すように、スタック電流を増加させるとスタック電圧は低下するが、出力（電流ｘ電圧）は増大する。

電流値が規定以上に増加するとセルスタックに供給される改質ガス又は反応空気量が不足し、セルスタックの電圧は急速に低下し、制御装置が電池電圧低を検知して、システムは非常停止する。

また、このようなＩ－Ｖ特性のバランスがくずれ、電流値や電圧値が変化することで「電池電圧低」を検知し装置が停止するといった保護機能を備え、セルスタックそのものが異常を検知するセンサとなっている。(例えば所定の出力に対して燃料ガス流量が不足すると、所定の出力を得ようと電流値が上昇し、電圧が低下し、異常を検知する)

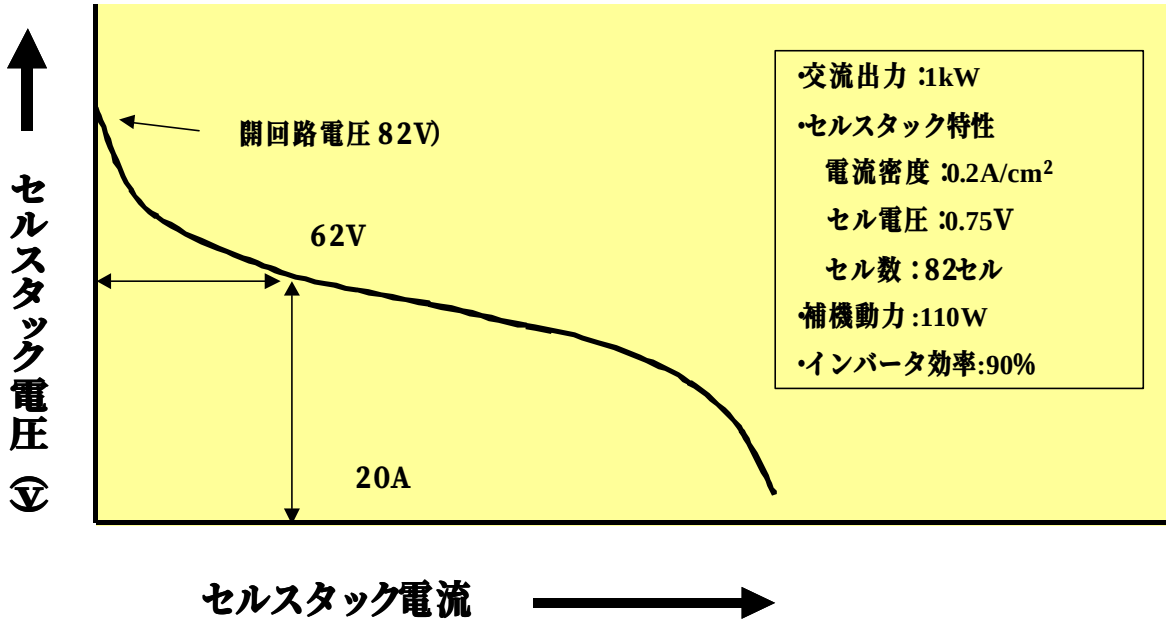


図 3-3　セルスタックの電流-電圧特性（例）

3) 燃料電池発電設備の構成

燃料電池設備の基本的なフローを図 3-4 に示す。図３-４の太い黒線内がパッケージ内部を意味し、セルスタック、燃料改質系、空気系、水系の基本的な構成要素が収納されている。

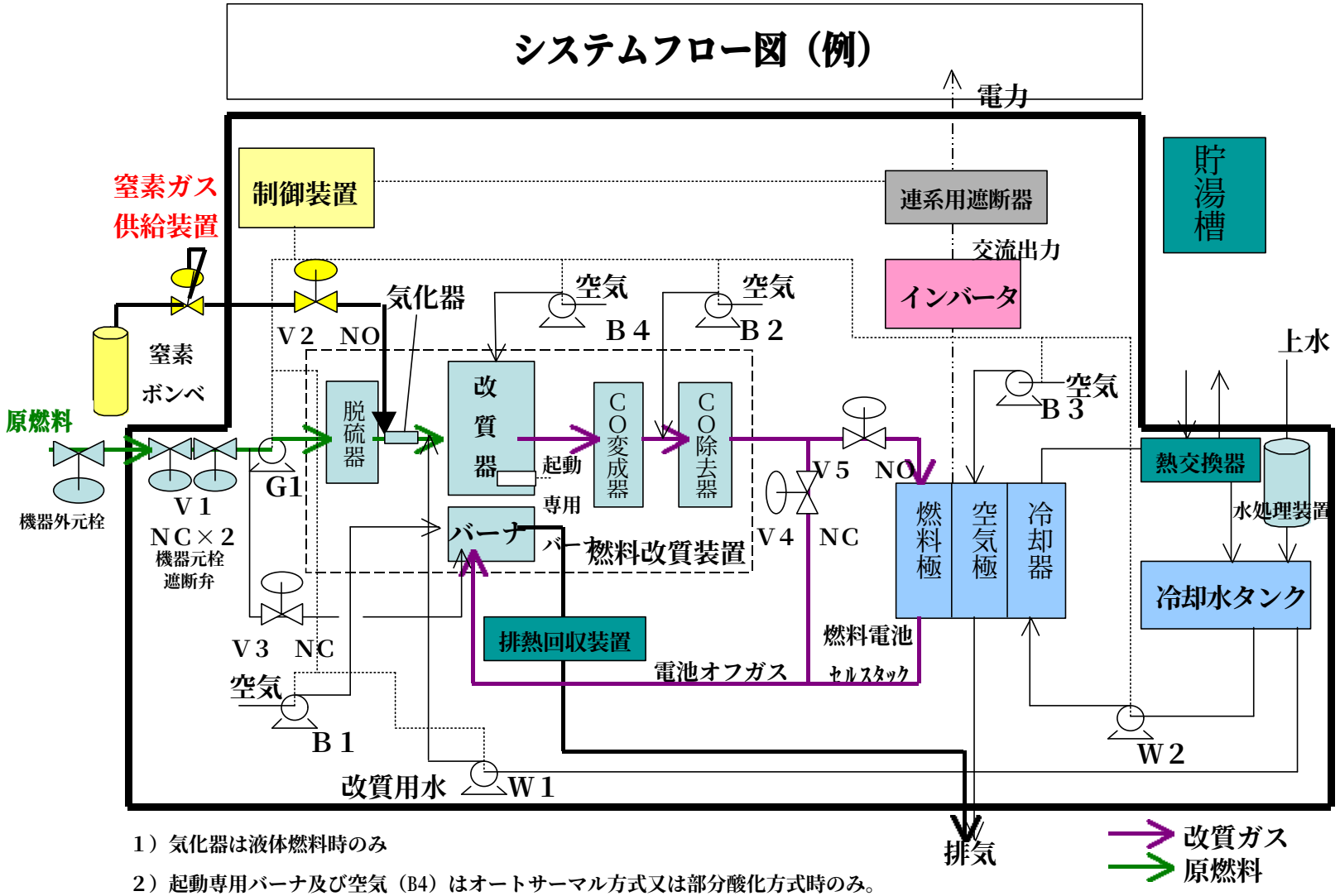
図 3-4 に記載してある各機器の記号は後述する運転方法の説明に対応する。

燃料系は２重の遮断弁（V1）が採用され、万一どちらかのバルブが故障しても確実に閉止できるようになっている。

4) 燃料電池発電設備の外形及び内部構造

図 3-5 に１ｋW級 PEFC パッケージの外形図の例を示す。図 3-6 は内部構造例であるが、図 3-4 の黒線内で示した各種構成要素がパッケージ内に収納されている。

各社の家庭用燃料電池発電設備の外形写真を図 3-7 に概略仕様を表 3-1 に示す。各社とも、１ｋW級で高さ１m前後、幅 710mm、奥行き 400mm弱と、家庭用エアコン室外機の約２倍程度であり、非常にコンパクトで容易に設置可能であることがわかる。５ｋW、10ｋW級は出力が大きくなる分、外形寸法もやや大きくなる。



1）気化器は液体燃料時のみ

2）起動専用バーナ及び空気（B4）はオートサーマル方式又は部分酸化方式時のみ。
　オートサーマル方式又は部分酸化方式時のバーナはオフガス処理専用

3）改質用水（W1)は水蒸気改質方式及びオートサーマル方式時のみ

図 3-4　システムフロー図例

図3-5　A社製1kW級固体高分子形燃料電池本体の外形図

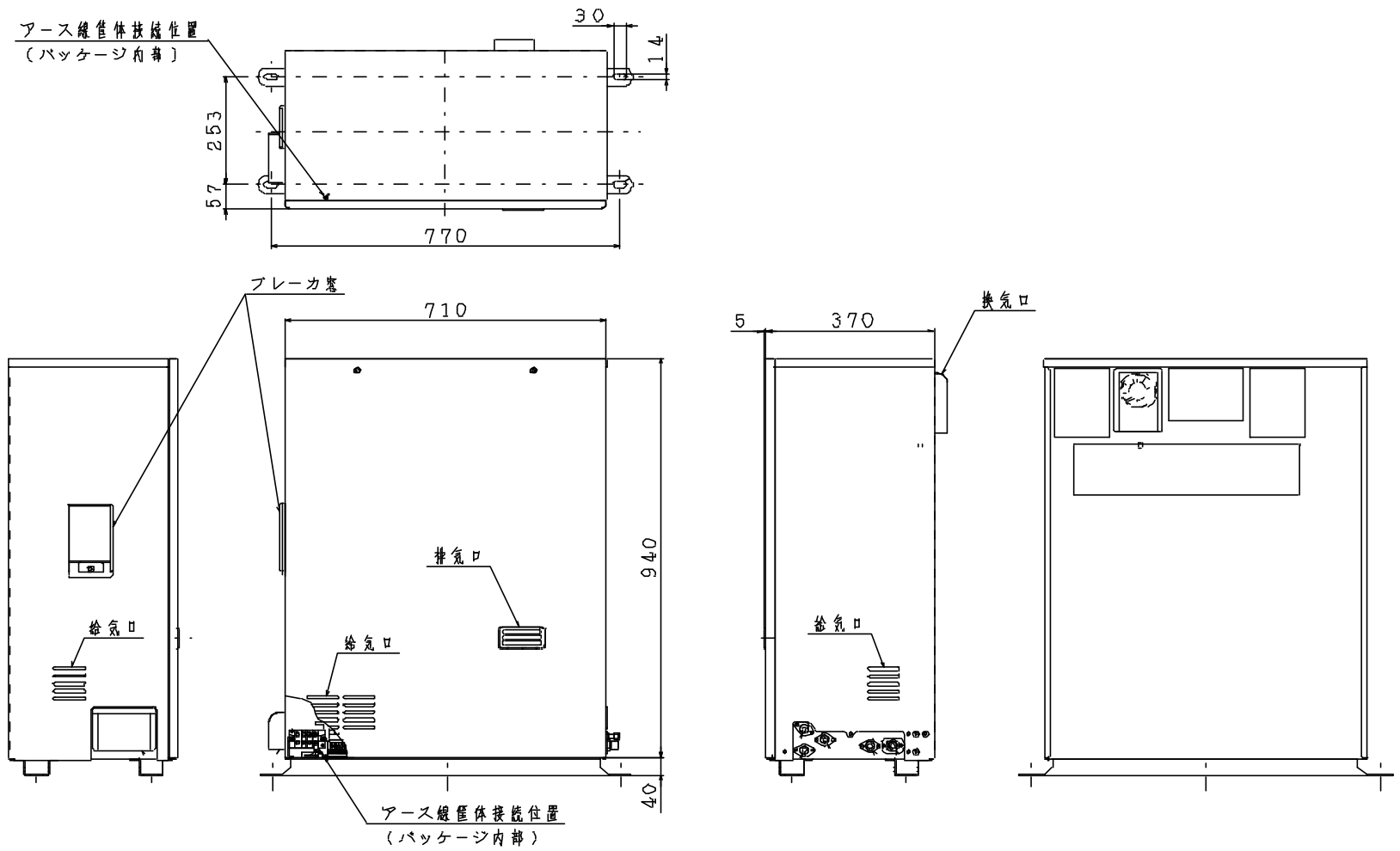
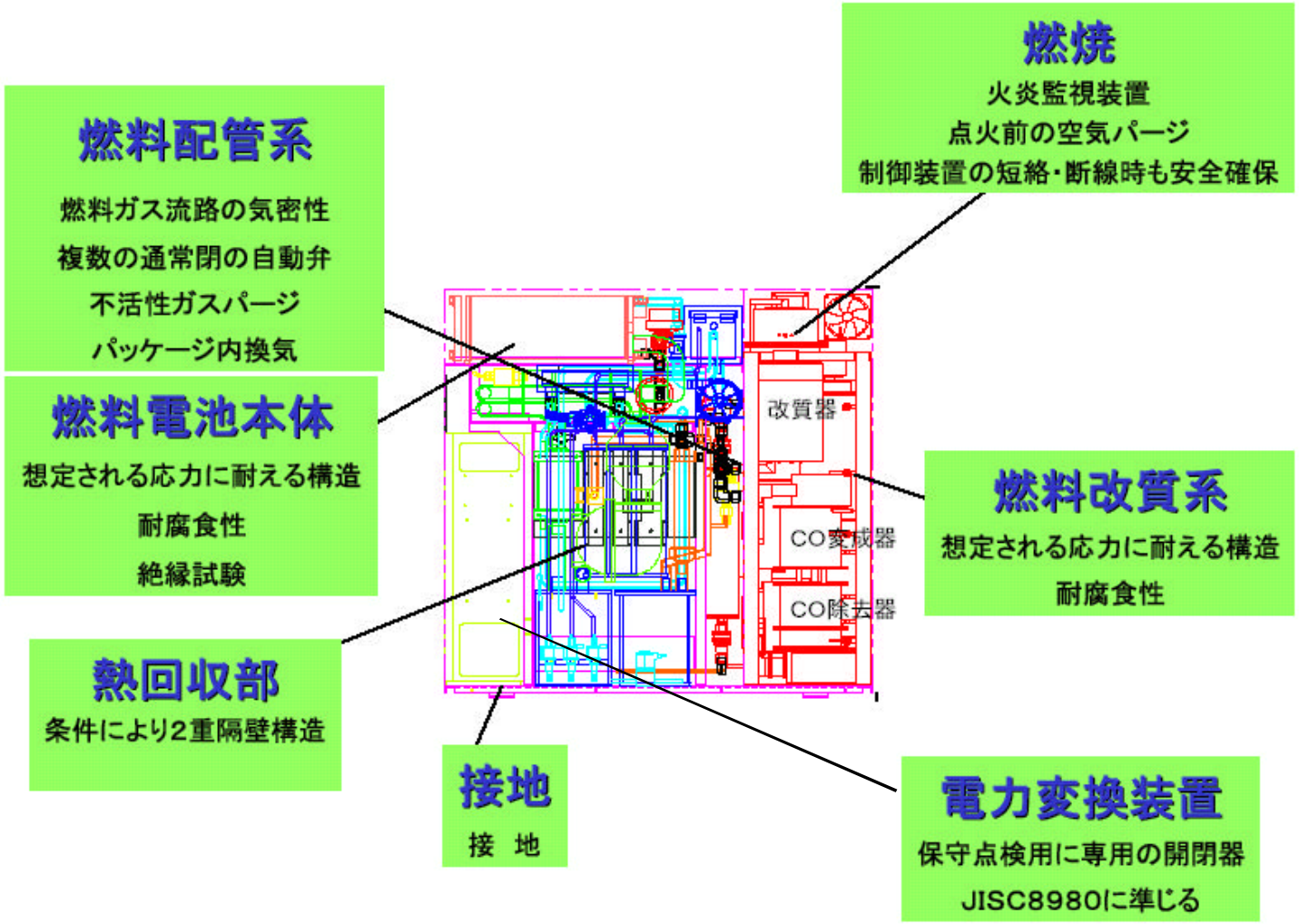


図3-6　A社製1kW級固体高分子形燃料電池本体の内部構造図



代表機種写真

図 3-7-1　A 社製（1kW 級）

図 3-7-2　B 社製（1kW 級）

図 3-7-3　C 社製（1kW 級）

図 3-7-4　D 社製（1kW 級）

図 3-7-5　E 社製（1kW 級）

図 3-7-6　F 社製（1kW 級）

図 3-7-7　G 社製（1kW 級）

図 3-7-8　H 社製（5kW 級）

図 3-7-9　I 社製（5kW 級）

図 3-7-10　J 社製（10kW 級）

図 3-7　各社外形写真

表 3-1　概略仕様

メーカー	定格出力	燃料	外形寸法(mm)	
			燃料電池設備	インバータ
A 社	1kW 級	都市ガス	W900×H900×D280	本体内蔵
B 社	1kW 級	都市ガス	W760×H1000×D330	W490×H270×D156
C 社	1kW 級	都市ガス	W830×H845×D300	本体内蔵
D 社	1kW 級	都市ガス	W700×H900×D360	W460×H280×D150
E 社	1kW 級	都市ガス	W710×H940×D370	本体内蔵
F 社	1kW 級	プロパン	W800×H1000×D370	W480×H500×D350
G 社	1kW 級	都市ガス	W960×H1020×D350	W360×H590×D320
H 社	5kW 級	都市ガス	W1990×H1735×D1059	本体内蔵
I 社	5kW 級	都市ガス	W1787×H1710×D752	本体内蔵
J 社	10kW 級	灯油	W1900×H1900×D850	本体内蔵

２）運転方法

燃料電池設備の基本的な構成と各構成機器における反応式、作動条件、材質などを図3-8に示した。

1) 基本的な作動原理

① 作動原理

- **燃料改質装置に供給された原燃料と水は、改質装置内の触媒反応により水素主成分の改質ガスになり、セルスタックに供給される。**

  燃料改質装置：CH_4 ＋ $2H_2O$ → CO_2 ＋ $4H_2$

- **セルスタックで改質ガス中の水素の 70～80%が発電のために消費される(水素利用率 70～80%)。**

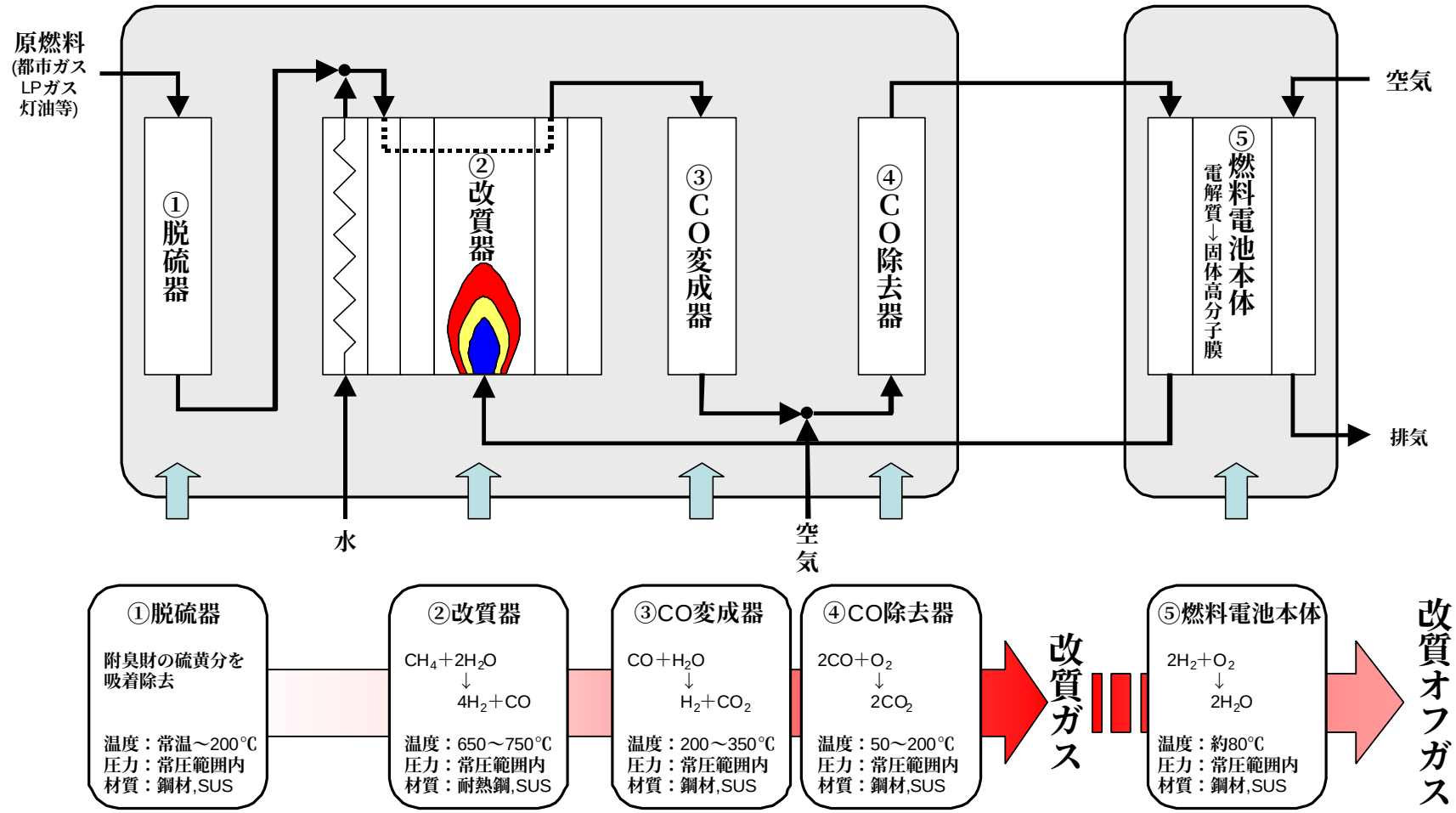
  電池スタック：H_2 ＋$1/2O_2$ → H_2O

- **残りの 30～20%の水素は、セルスタックのオフガスとして改質器バーナで燃焼され、改質器の熱源として使われ適正な温度に維持する。**

② 運転方法の説明

- **燃料改質装置内の各反応器の温度及びセルスタックの水素利用率を適正値に維持するように熱バランスをとりながら作動している。**
- **改質器における改質反応は吸熱反応であるため、セルスタックのオフガスを改質器バーナで燃焼し、反応に必要な熱を供給する必要がある。**
- **熱バランスが壊れると、セルスタックに供給される改質ガス中の水素ガス量が不足又はＣＯ濃度が高くなり、セルスタック電圧低となり停止する**

図3-8　固体高分子形燃料電池(PEFC)システムの構成



2）基本的な制御方法について

燃料電池設備は、全ての機器が下記に示す設定範囲(代表範囲例)に制御されて作動している。この中の１つでも設定値を外れるとシステムとしての熱バランスが変化するため、燃料改質系温度高、セルスタック電圧低、セルスタック温度高、バーナ失火等の異常を検知して燃料電池設備は安全に停止する。

①各反応器の設定温度(代表例)は次の通りである

- 脱硫器：常温又は 150～300℃
- 改質器：700℃程度
- ＣＯ変成器：250℃程度
- ＣＯ除去器：130℃程度

②制御方法の例(数値は代表例)

燃料電池設備は、熱効率を高く維持するためにそれぞれ適正範囲に制御され作動している。

- 原燃料は、負荷に応じて予め定められた量だけ導入する。（図 3-9 のＧ１による）
- 改質用スチームは、導入された原燃料量に応じて予め設定された比率（スチーム／原燃料中の炭素＝2.5～3）になるように導入する。
  （改質触媒表面に炭素が付着して触媒能が低下するのを防ぐため）（Ｗ１）
- 燃焼用空気は、改質器バーナに導入される燃料の種類・量等に応じて予め設定された比率になるように制御する（Ｂ１）
- 改質ガス中のＣＯ濃度を低減するためにＣＯ除去器へ導入される空気量は、導入されるガス中のＣＯ量に応じて予め設定された比率（空気中の酸素／ガス中のＣＯ＝１～1.5）になるように導入する（Ｂ２）。
- セルスタックに導入される反応空気量は、負荷に応じて予め定められた量（セルスタックで使用される酸素／導入された空気中の酸素×100＝40～50%）だけ導入する（Ｂ３）。
- セルスタック温度を規定された温度（75～80℃）に制御する（Ｗ２）

3）制御方式に関するメカニズム

一般に燃料電池設備は、系統連系運転（逆潮流なし）を行っている。家庭内負荷の増減に関係なく常に出力一定で運転する方式もあるが、負荷の増減に対して緩やかに自動的に追従する負荷追従運転方式が主流である。

負荷の大きさは、交流電力計等で計測され、計測信号が制御装置に入力される。家庭内負荷が増加した場合、制御装置は新しい負荷を認識し、予め設定された負荷変化速度で原燃料流量、改質用スチーム量、燃焼用空気量、ＣＯ除去器空気量、セルスタック反応空気量を出力に見合った量に変化させる。制御装置は、原燃料流量、改質用スチーム量、燃焼

用空気量、ＣＯ除去器空気量、セルスタック反応空気量の実測値から出力可能なインバータ出力値を算出し、インバータに出力指示を与える。

このため、セルスタックには常にインバータ出力に見合った充分な反応ガス量（改質ガス、空気）が供給されることになる。このように、原燃料が十分に供給されない段階において、セルスタックは水素不足、酸素不足による過度な負担により大きなダメージを受けることがないように保護されている。この時、セルスタック温度は、規定された温度範囲内に制御されている。

また、インバータ出力を下げるときに、一次的に生じる余剰の改質ガスを改質器バーナで燃焼することになるが、改質器温度が規定された温度範囲内になるよう制御されている。なお、緊急停止時にも一時的に過大燃料となるが原燃料弁を短時間（1秒程度）で閉止するため、温度上昇は小さい。

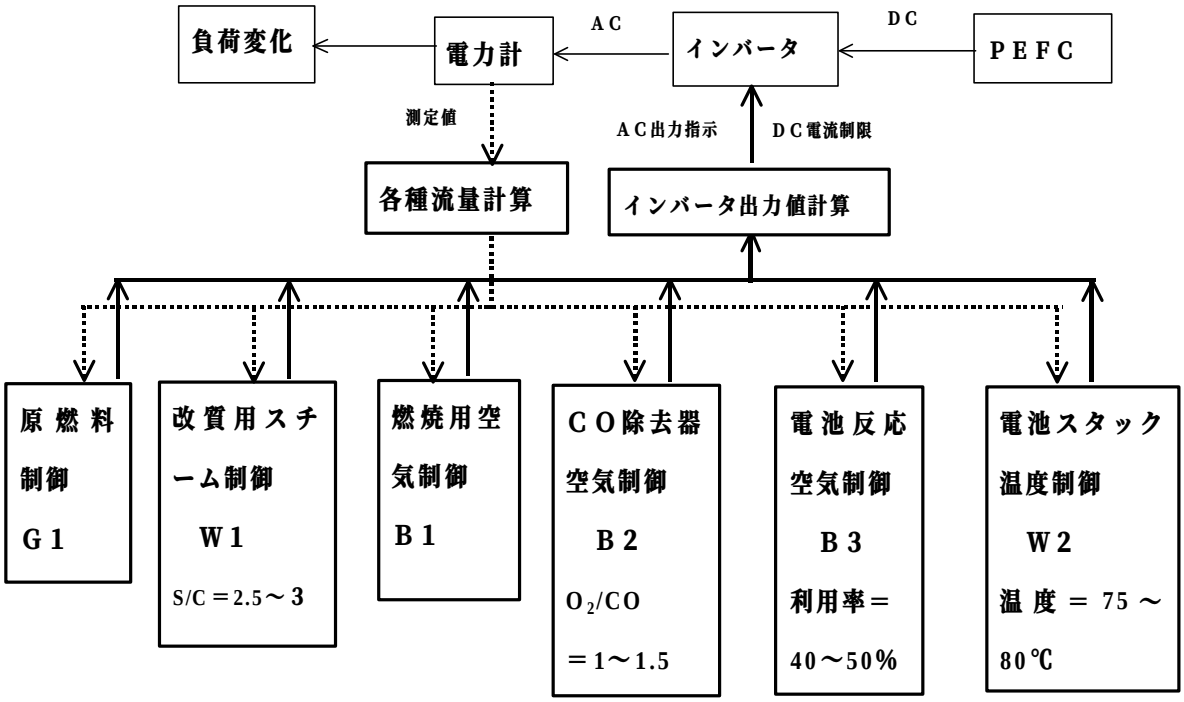


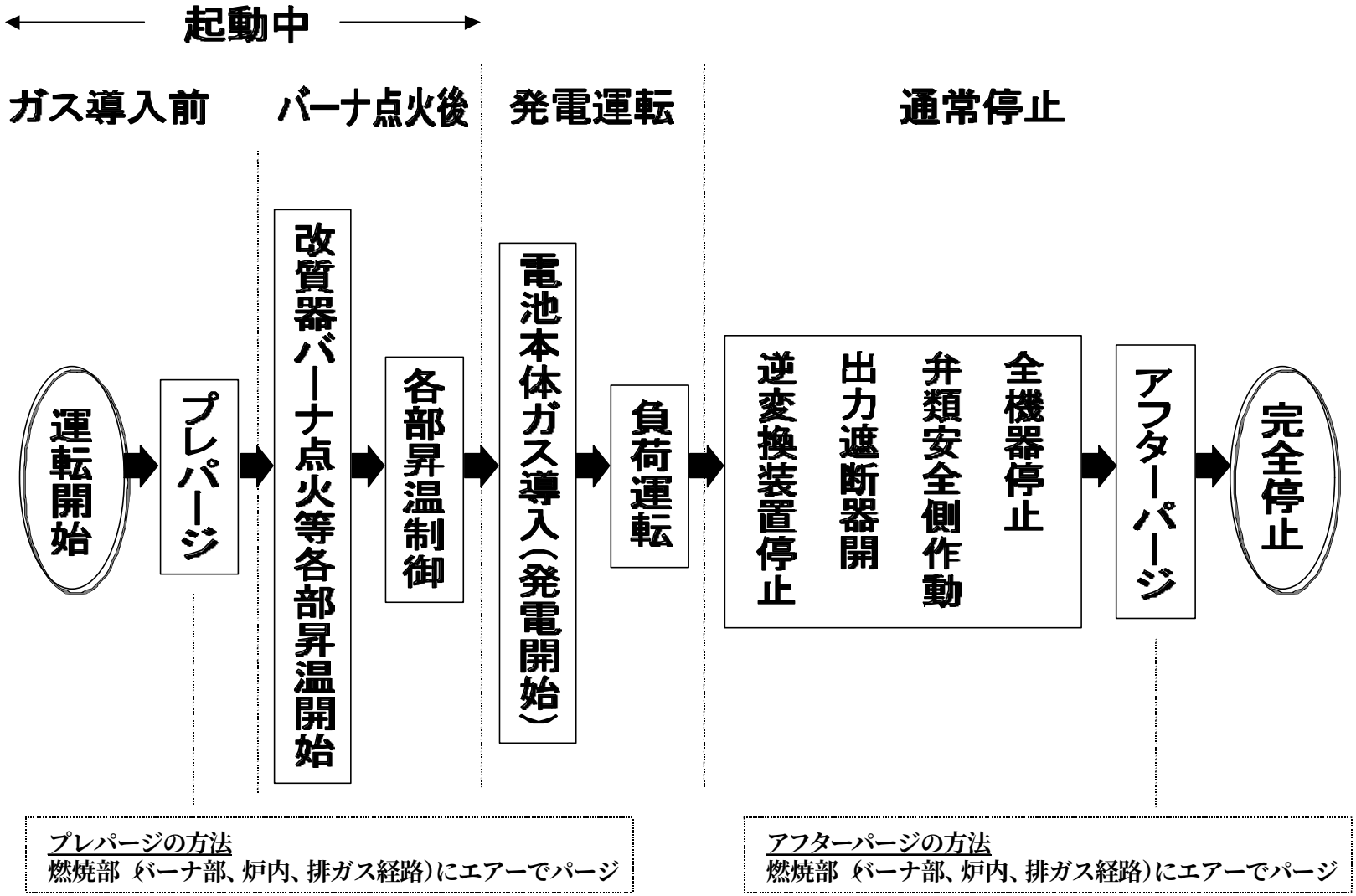
図 3-9　出力制御の概念図

4）起動時及び停止時の基本シーケンス

起動から運転・停止までの全体運転フローを図 3-10 にまとめた。起動時は、改質器バーナ点火前にバーナ系を空気でプレパージした後、バーナを点火する。その後、各種反応器をそれぞれの設定温度まで上昇させ、運転可能温度範囲になったところで発電を開始し電気が系外へ出力される。停止時は、系統から解列し、原燃料遮断弁を閉止した後、アフターパージを行い停止を完了する。

フローチャートで更に詳細に運転方法を表したのが図 3-11 タイムチャートである。バーナ系プレパージ後、改質器バーナを点火し、改質器を昇温させる。改質器の設定温度に上昇後スチーム、次に原燃料を供給し、燃料電池セルスタックに改質ガス・反応空気を供給し発電を開始する。図 3-4 のシステムフロー図に提示しているバルブ、ブロワ、ポンプの動きを表示したのが図 3-12 の起動タイムチャート、停止タイムチャートである。起動前、起動後のバルブの開閉、ブロワ類、ポンプの代表的な動作状況が示されている。また、停止時の各機器の動作は安全を考慮して設計されていることが分かる。

図3-10 システムの運転フロー図



１．起動シーケンスフロー図

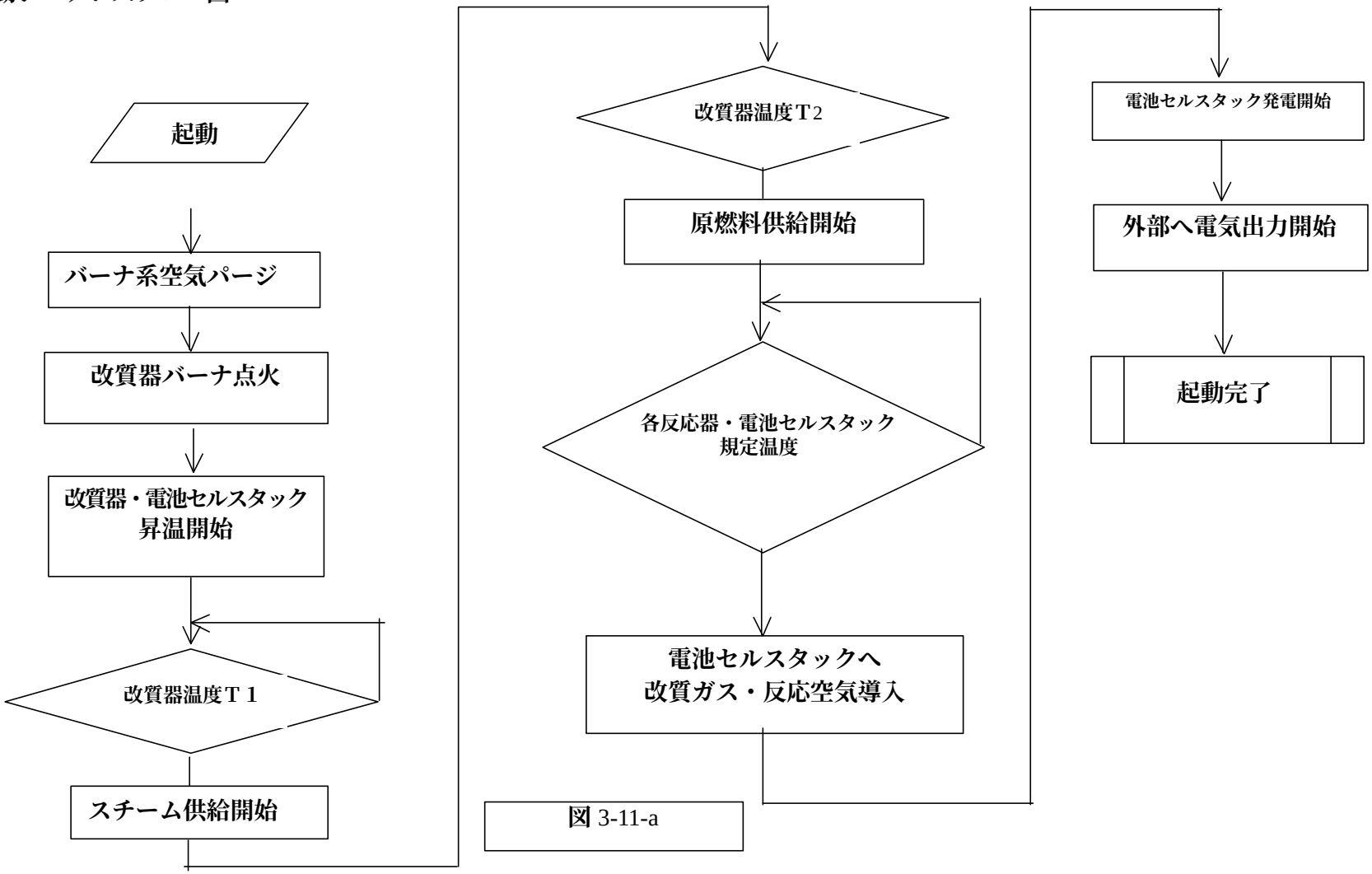


図 3-11-a

２．停止シーケンスフロー図

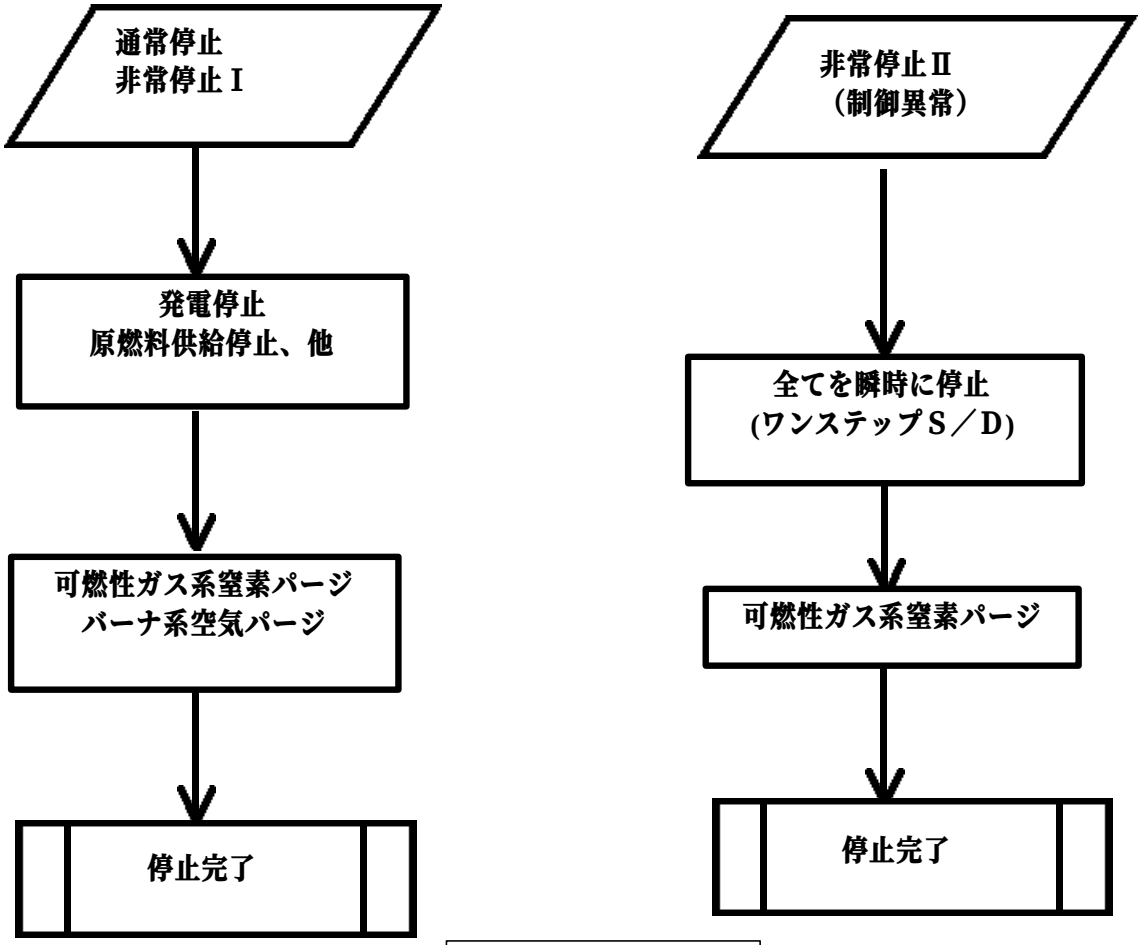


図 3-11-b

図3-12-1

■起動シーケンス

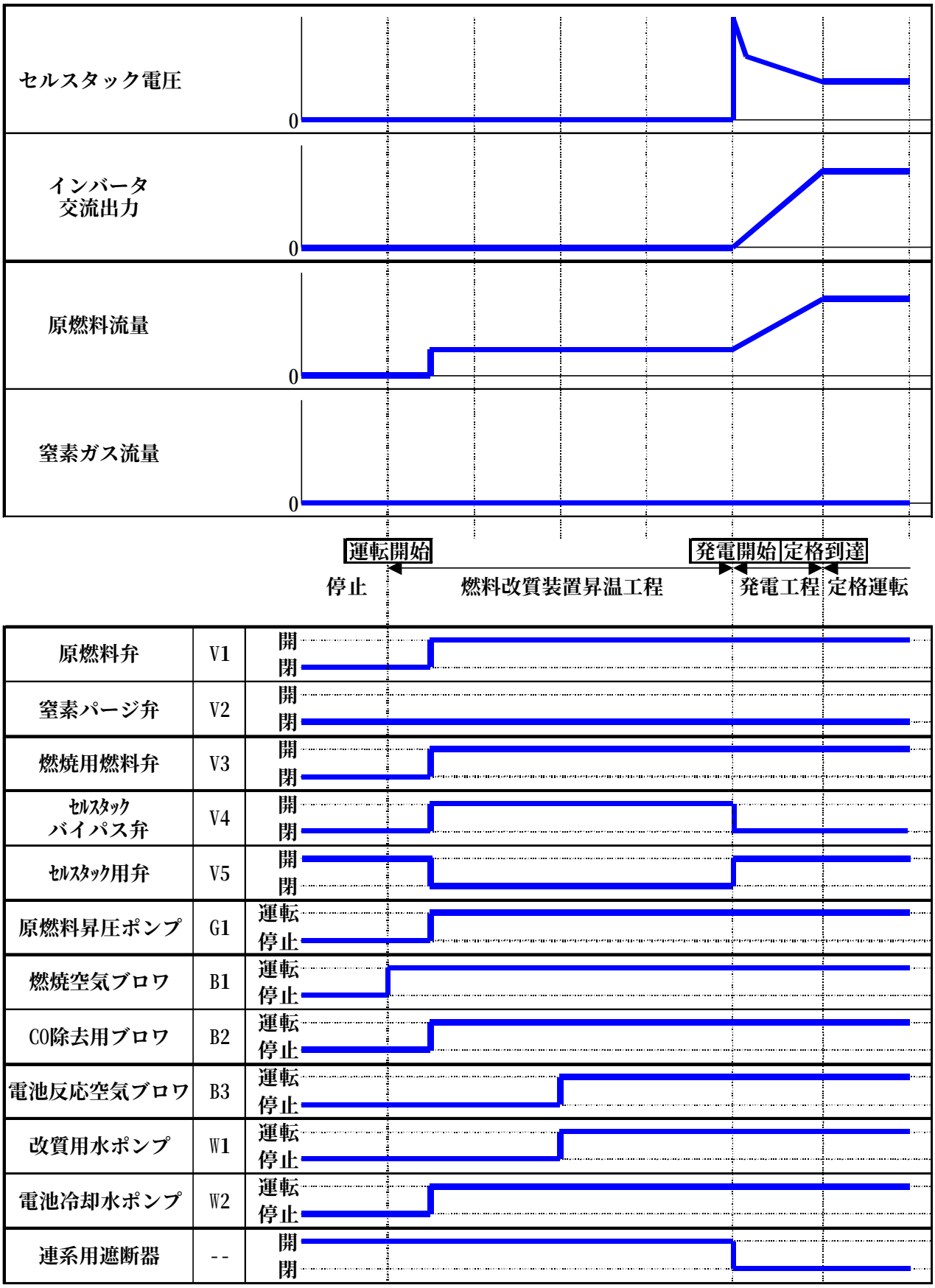
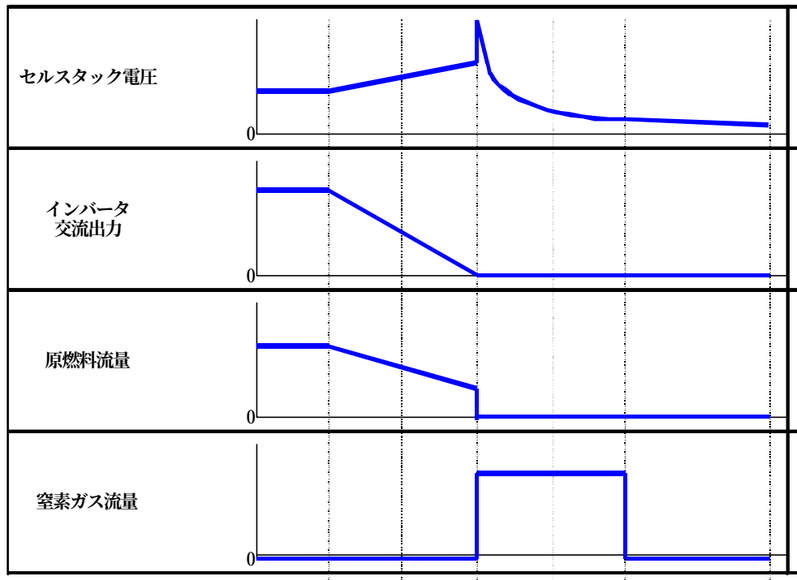
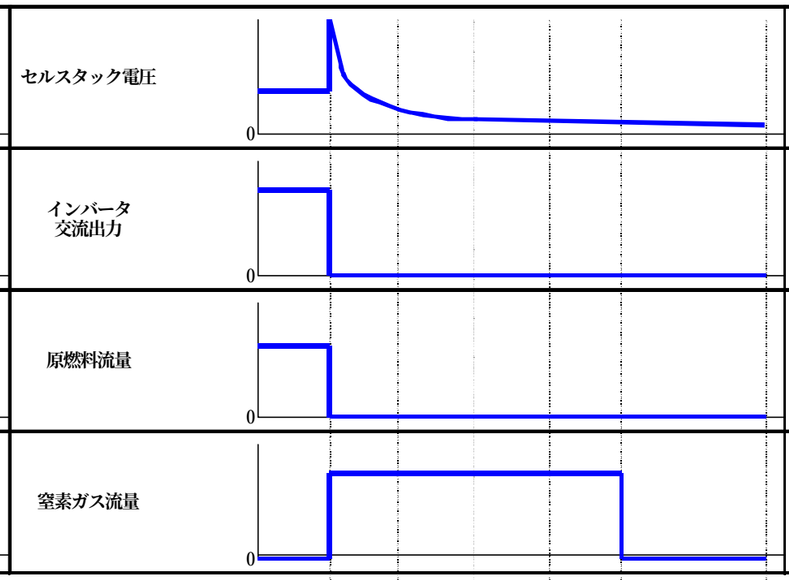


図3-12-2

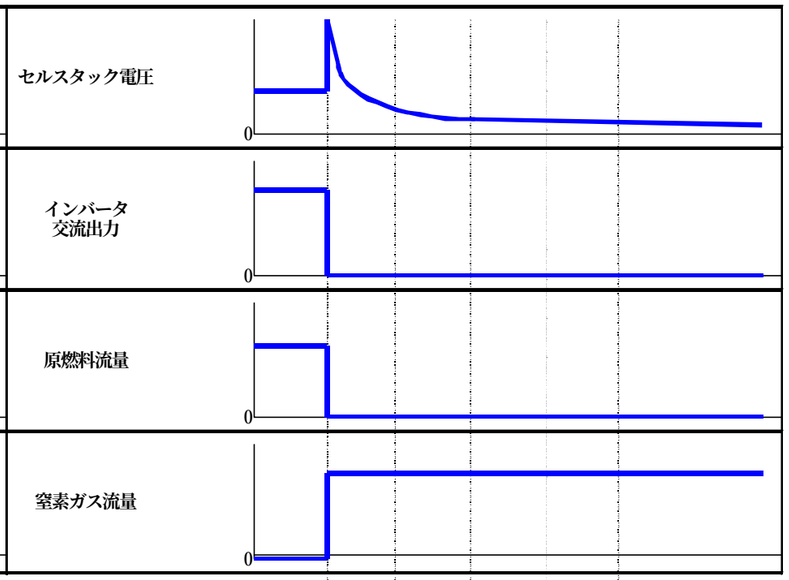
■A-1:通常停止シーケンス(窒素パージ有)



■A-2:非常停止シーケンス(異常を検知して停止)(窒素パージ有)



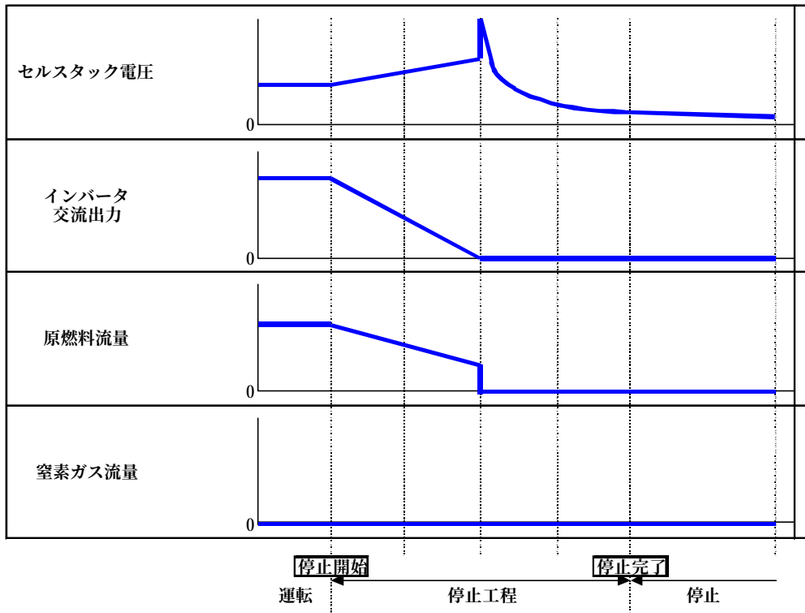
■A-3:緊急停止シーケンス(制御装置異常等で停止)(窒素パージ有)



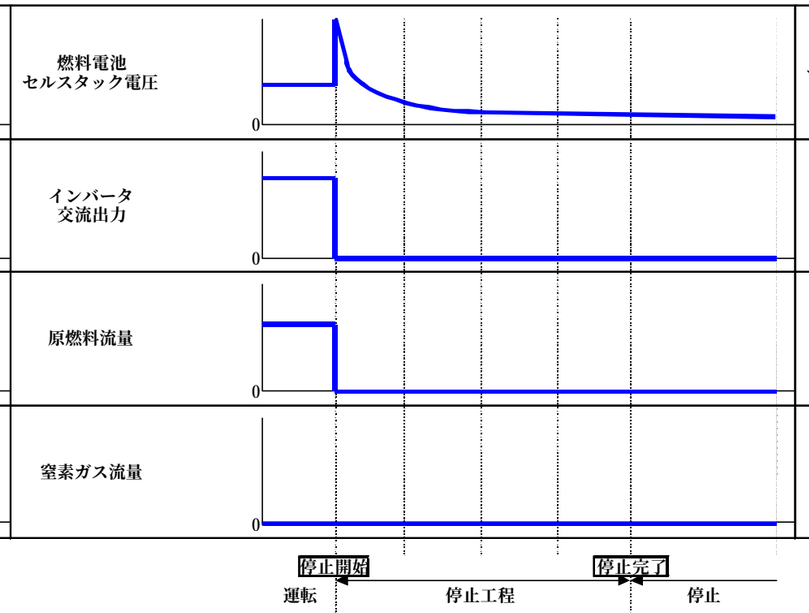
原燃料弁	V1	開/閉	原燃料弁	V1	開/閉	原燃料弁	V1	開/閉
窒素パージ弁	V2	開/閉	窒素パージ弁	V2	開/閉	窒素パージ弁	V2	開/閉
燃焼用燃料弁	V3	開/閉	燃焼用燃料弁	V3	開/閉	燃焼用燃料弁	V3	開/閉
セルスタック バイパス弁	V4	開/閉	セルスタック バイパス弁	V4	開/閉	セルスタック バイパス弁	V4	開/閉
セルスタック用弁	V5	開/閉	セルスタック用弁	V5	開/閉	セルスタック用弁	V5	開/閉
原燃料昇圧ポンプ	G1	運転/停止	原燃料昇圧ポンプ	G1	運転/停止	原燃料昇圧ポンプ	G1	運転/停止
燃焼空気ブロワ	B1	運転/停止	燃焼空気ブロワ	B1	運転/停止	燃焼空気ブロワ	B1	運転/停止
CO除去用ブロワ	B2	運転/停止	CO除去用ブロワ	B2	運転/停止	CO除去用ブロワ	B2	運転/停止
電池反応空気ブロワ	B3	運転/停止	電池反応空気ブロワ	B3	運転/停止	電池反応空気ブロワ	B3	運転/停止
改質用水ポンプ	W1	運転/停止	改質用水ポンプ	W1	運転/停止	改質用水ポンプ	W1	運転/停止
電池冷却水ポンプ	W2	運転/停止	電池冷却水ポンプ	W2	運転/停止	電池冷却水ポンプ	W2	運転/停止
連系用遮断器	--	開/閉	連系用遮断器	--	開/閉	連系用遮断器	--	開/閉

図3-12-3

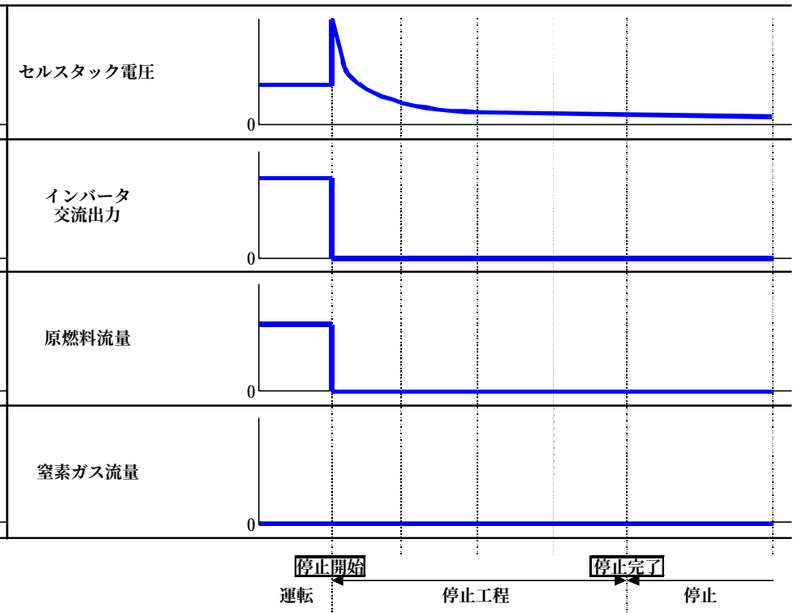
■B-1:通常停止シーケンス(不活性ガスパージ省略時)



■B-2:非常停止シーケンス(異常を検知して停止)(不活性ガスパージ省略時)



■B-3:緊急停止シーケンス(制御装置異常等で停止)(不活性ガスパージ省略時)



原燃料弁	V1	開 閉		原燃料弁	V1	開 閉		原燃料弁	V1	開 閉	
窒素パージ弁								窒素パージ弁			
燃焼用燃料弁	V3	開 閉		燃焼用燃料弁	V3	開 閉		燃焼用燃料弁	V3	開 閉	
ｾﾙｽﾀｯｸ バイパス弁	V4	開 閉		燃料電池ｾﾙｽﾀｯｸ バイパス弁	V4	開 閉		ｾﾙｽﾀｯｸ バイパス弁	V4	開 閉	
ｾﾙｽﾀｯｸ用弁	V5	開 閉		燃料電池ｾﾙｽﾀｯｸ用弁	V5	開 閉		ｾﾙｽﾀｯｸ用弁	V5	開 閉	
原燃料昇圧ポンプ	G1	運転 停止		原燃料昇圧ポンプ	G1	運転 停止		原燃料昇圧ポンプ	G1	運転 停止	
燃焼空気ブロワ	B1	運転 停止		燃焼空気ブロワ	B1	運転 停止		燃焼空気ブロワ	B1	運転 停止	
CO除去用ブロワ	B2	運転 停止		CO除去用ブロワ	B2	運転 停止		CO除去用ブロワ	B2	運転 停止	
電池反応空気ブロワ	B3	運転 停止		電池反応空気ブロワ	B3	運転 停止		電池反応空気ブロワ	B3	運転 停止	
改質用水ポンプ	W1	運転 停止		改質用水ポンプ	W1	運転 停止		改質用水ポンプ	W1	運転 停止	
電池冷却水ポンプ	W2	運転 停止		電池冷却水ポンプ	W2	運転 停止		電池冷却水ポンプ	W2	運転 停止	
連系用遮断器	--	開 閉		連系用遮断器	--	開 閉		連系用遮断器	--	開 閉	

４．家庭用燃料電池発電設備の安全性の検討

基本原理、運転の方法を提示したが、それらに対しての安全確保の手段をハード、ソフトの両面から検討するとともに、それらを一括で整理した「小型燃料電池の安全に関する規格・基準の調査（第 3 次素案)」(以下自主基準）が既存の技術基準からどのように引用され安全を担保しているかについて提示する。

（１）ハード面からの安全性確保

ハード面での安全性の担保の仕方をまとめた。PEFC は基本的には電気事業法（電技、火技）に従い製作し運転実績があるりん酸形燃料電池発電設備をベースに設計されている。

1）材料の選定基準

①電気系配線材料

通常ＪＩＳ、ＪＣＳ、ＪＥＳ、ＪＥＭなどの国内規格、電気事業法（電技、火技)、電気用品技術基準、高圧ガス保安法、労働安全法、消防法などの国内法規を踏まえ、使用する用途・環境、最大電流などを考慮して最適仕様を選定している。

燃料電池設備内は、各装置の表面温度は 70℃～80℃程度であるが、りん酸形燃料電池設備と同じ考え方で難燃性及び耐熱性の配線材料が選定されている。

②改質ガス配管材料

改質ガス系の配管材料は、ガス温度、圧力等の使用条件に基づき最適品を選定している。燃料電池設備は 100ｋPa 以下の常圧であるため、通常ＳＵＳ系材料が使用されている。これは、りん酸形燃料電池発電設備に使用されているものと同様の材料である。

2）パッケージ内レイアウトの考え方

100、200ｋW出力のりん酸形燃料電池発電設備においては、パッケージ内で電気系が隔壁にて隔離した構造としている。しかし、小出力の家庭用燃料電池発電設備は、住宅の周辺に設置することが必要なため、燃料電池発電設備を小型化することが必須要件である。このため、電気系を隔壁等で燃料改質装置やセルスタックから分離独立させずに、燃料改質装置やセルスタックを断熱材で覆い、周辺への熱的影響を小さくする構造、電気系機器をパッケージ内の周辺部に配置して外気を導入して冷却するような配置及び可燃性ガスや熱が装置内に滞留しない構造としている。さらに、電気系機器の温度を監視し、異常加熱の場合はすみやかに燃料電池発電設備を停止するインターロックが設けられている。

パーケージ内部は、リークした可燃性ガスを安全に排気するために、換気ファンが取り付けられている。可燃性ガスとして水素を想定して、パッケージの下方から吸気して、上方に排気している。パーケージ内部の要素機器の配置としては、水素リークの可能性の高い機器（セルスタックや燃料処理装置）を排気側に設置し、吸気側にインバータや制御の電装品を配置している。したがって、隔壁はないが、リークした水素が電装品に流れないような配置となっている。

１ｋW機から捨てられる熱量は１ｋW程度であり、そのうち半分がオフガスで、残りが換気とパッケージからの放熱となる。したがって、換気の熱量は４００W程度である。換気の出口温度は吸気温度に対して２０～30℃高くなるような風量を確保している。吸気側の電装品は外気に近い温度の空気が流れており、燃料改質系機器の周囲は、外気温よりも20℃ほど高い空気が流れていることになる。これにより、電装品の表面温度については、外気温度よりも２０～30℃高く、燃料改質系機器の表面温度については、外気温度よりも３０～４０℃高い程度である。したがって、空気の流れている部分については、高くても１００℃程度といえる。

なお、パッケージ内部の実際の温度については、実機試験ＳWGで測定を行った。（添付資料３－№９参照）

3）電気系統の考え方

燃料電池コージェネレーションシステムの基本的な電気系統図を図 4-1 に示す。

①交流

a)交流の電気の流れ

燃料電池発電設備は、発電時には交流電力を出力するが、起動時には制御装置及びファンやポンプ等の補機を作動させるために商用電力系統から、交流電力の供給を受ける。(図 4-1 の切り替え器　c-a)。発電を開始すると、制御装置や補機類はセルスタックからの電力を供給するように切り替えられる（図 4-1 の切り替え器　c-ｂ)。起動時及び運転時の電力フローに関しては図 4-2a と図 4-2b に示す。運転中に系統電圧異常、周波数異常、交流過電流が発生若しくは単独運転が検出された場合は、インバータが瞬時にゲートブロックして、遮断器を解列するとともに燃料電池発電設備を停止させる保護インターロックを有している。

b)漏電対応

漏電遮断器の設置により、燃料電池発電設備で漏電が発生した場合はそれが作動し、燃料電池発電設備は系統から切り離され停止する。

電技にて交流 100V に連系される使用電圧が直流 300V 又は交流対地電圧 150V 以下の機器に対する接地義務が定められていることから、筐体を接地することで安全が担保される。

②直流

直流部分の絶縁を中心にまとめた図が図 4-３である。

ａ）直流の絶縁

燃料電池セルスタックで発電される電気は直流である。その絶縁に関しては以下のような処置を行っている。

・　セルスタックは絶縁板で囲われている。また、セルスタックは直接手で触れること

ができないようになっている。

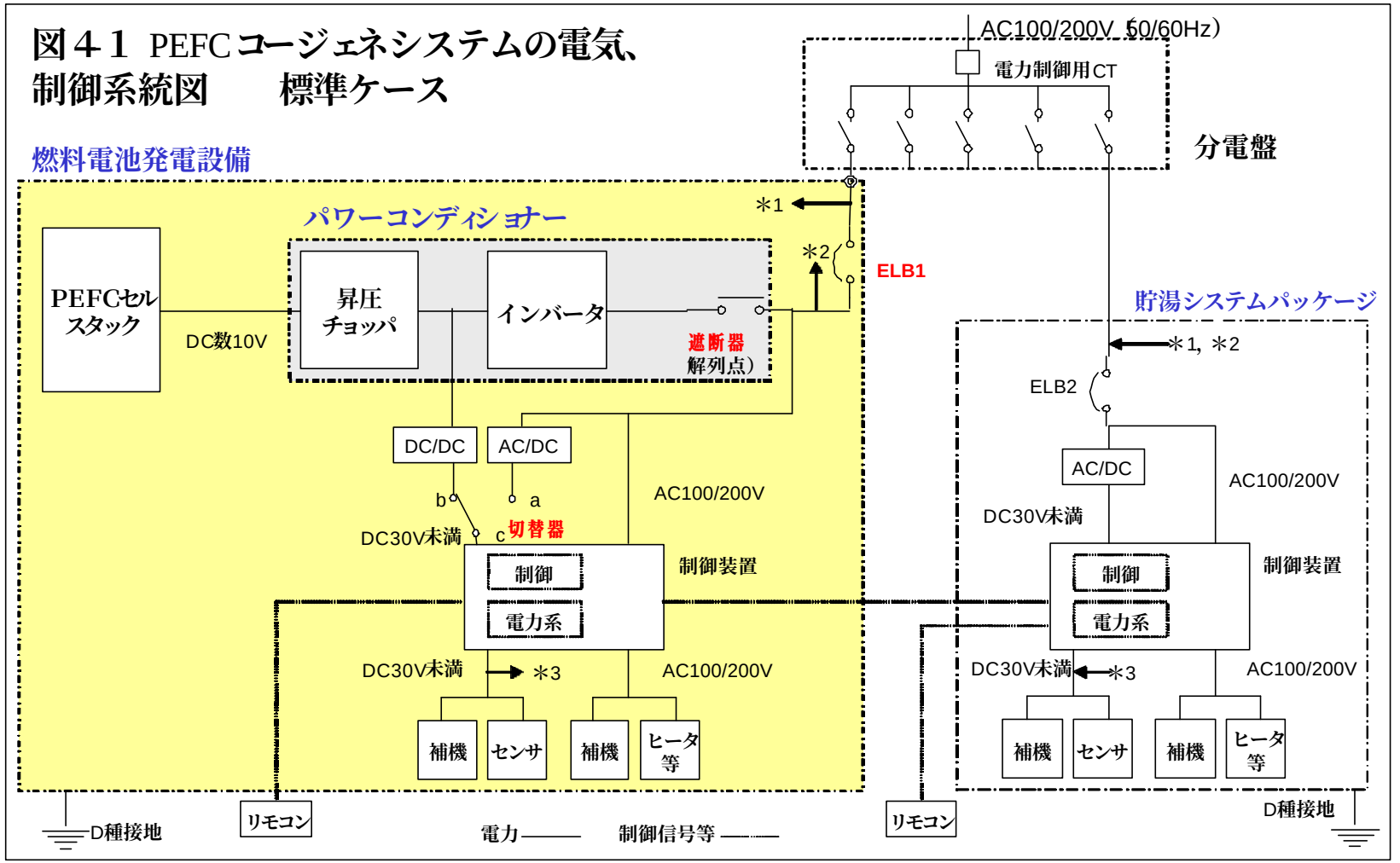
- セルスタックの冷却水/ガスの取合配管は絶縁継手又は樹脂配管等で絶縁されている。
- 冷却水はイオン交換樹脂などで電気伝導度を下げた純水を供給している。

b）直流地絡に関する考え方

燃料電池セルスタックの地絡電流は、構造上冷却水の電導度に大きく影響される。電導度が上昇すると地絡電流が増加するが、その地絡電流の経路がパワーコンディショナの絶縁の有無（非絶縁 or 絶縁型の両ﾀｲﾌﾟ有り）により異なるため、それぞれ異なる検出方法で地絡保護がかけられている。なお，セルスタックが非接地で，パワーコンディショナが絶縁型の場合は，セルスタックの接地抵抗が小さくなっても，地絡電流は流れないようになっている。(セルスタックの出力電圧は低下する。)

- パワーコンディショナが非絶縁型の場合はセルスタックは非接地。地絡保護は太陽電池発電設備でも使用されている地絡検出回路による。
- パワーコンディショナが絶縁型、かつ　セルスタック出口若しくはパワーコンディショナ入口端子で接地している場合の地絡保護は接地線を流れる地絡電流を検出することにより行う。
- パワーコンディショナが絶縁型、かつセルスタックが非接地の場合は、2 重保護のため地絡検出は行わない。外部に絶縁トランスを儲けて系統連系する場合も絶縁型パワーコンディショナの場合と同じ。

図４１ PEFCコージェネシステムの電気、制御系統図　　標準ケース

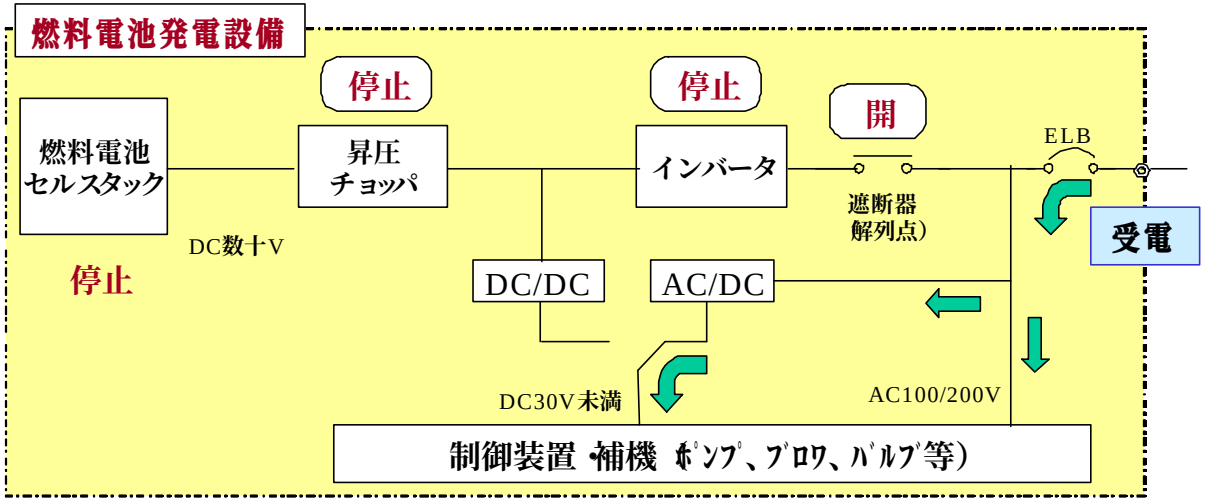


参考 開閉器等の状態

	起動時	発電時
ELB1	閉	閉
遮断器	開	閉
切替器	a-c	b-c

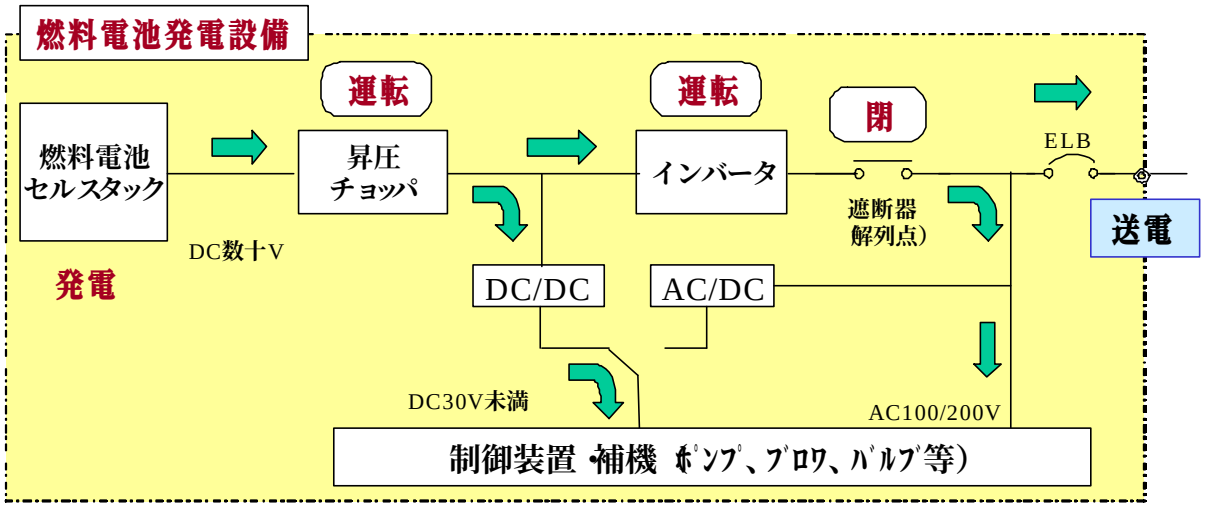
標準ケースの他に以下の3ケースも想定される。
ケース2 :貯湯槽の電源を＊1から取る。
ケース3 :貯湯槽の電源を＊2から取る。
ケース4 :貯湯槽のDC30V未満の電源を＊3から取る。

図４-２ PEFCコージェネシステムの起動・運転時の電力フロー(標準ケース)



起動時

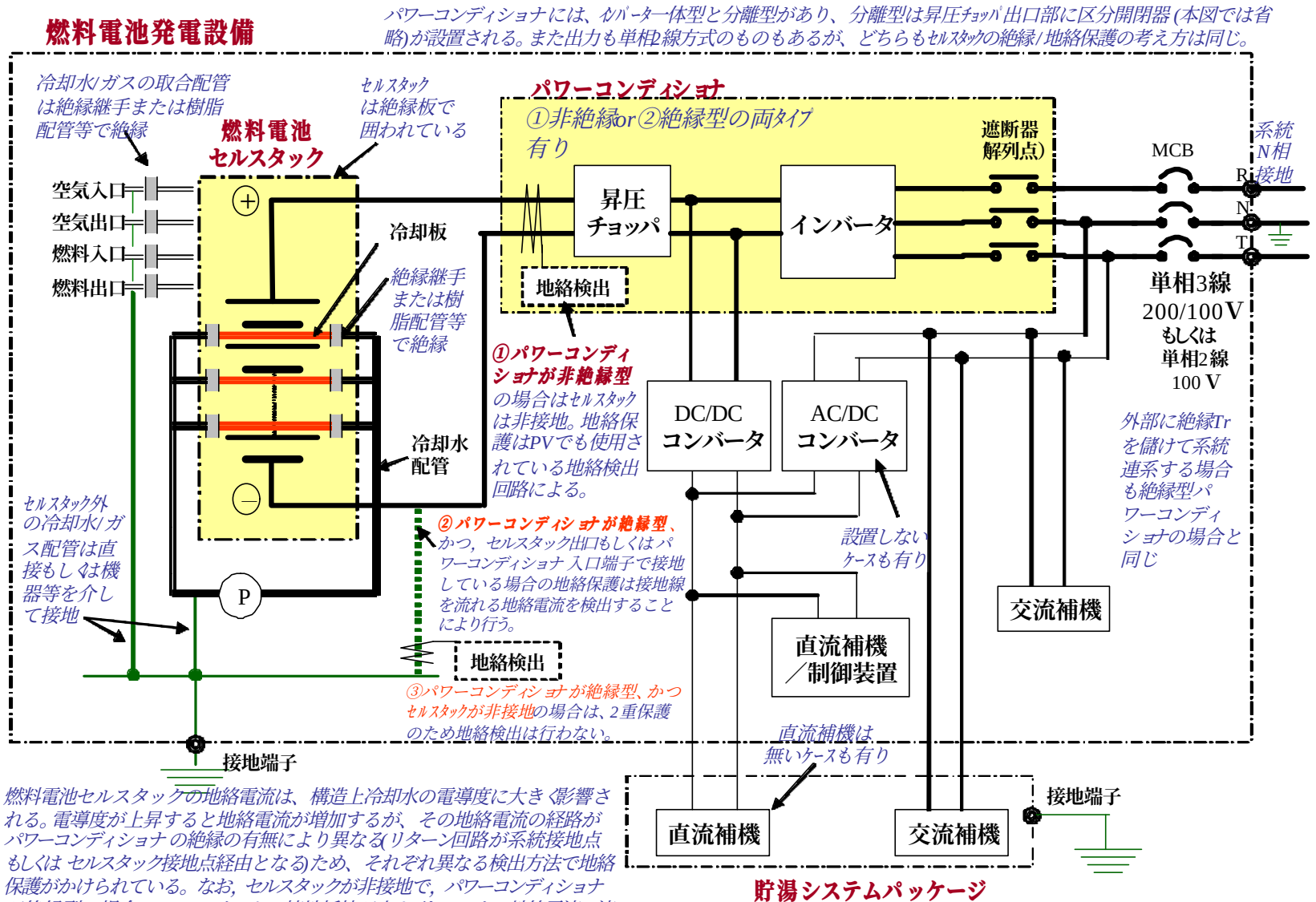
①ELB投入
②起動指令によりPEFCシステム起動



運転時

①燃料電池セルスタック電圧確立で昇圧チョッパとインバータ運転
②補機へはDC/DCを介して燃料電池セルスタックから供給
③系統電圧と同期を取って、遮断器が投入され、出力設定に基づいて運転

図４-３ 燃料電池コージェネシステムの複線結線図と絶縁/地絡検出の考え方



4）非常停止時の改質器温度上昇

異常を検知して，実際にガス遮断弁が閉止するのに何秒かかって，この間に発生した全ガス量がバーナで燃焼した場合に，改質器の温度は何度上昇するかという検討を行った。

①検討結果概要

インバータに異常を検知して，原燃料弁が閉止するまで，１秒以内であり，この間に発生した全ガス量がバーナで燃焼すると仮定しても，改質器の温度は考慮しなくて良いものといえる。

②検討結果詳細

インバータ異常検知してから，原燃料弁が全閉になるまでの動作及び時間を下記に示す。

インバータ異常検知(パワーコンディション部)

↓　…通信間隔（100～200mS）

インバータ異常検知(制御装置部)

↓　…通信間隔（100～200mS）

原燃料弁閉指令（同時に原燃料ブロア又はポンプ停止指令）

↓　…弁閉時間

＊ 10kW 級の場合でも原燃料弁は電磁弁を使用しており，閉止時間は１秒以内である。

＊ 原燃料弁閉指令と同時に原燃料ブロア（気体燃料の場合）又はポンプ（液体燃料の場合）の出力指令は 0（＝停止）となる。本機器は小型であり，停止時の慣性モーメントはほとんど無く，停止指令と共に，回転も停止する。

原燃料弁全閉（同時に原燃料ブロア又はポンプ停止）

したがって，インバータ異常検知してから，原燃料弁が全閉となるまでの時間を１秒とした場合の 10kW の燃料電池発電設備の場合の原燃料投入量は 8kcal（発電効率＝30%と仮定時）程度であり，本現象による改質器の温度上昇は無視できるものといえる。

（２）ソフト面からの安全性確保

燃料電池発電設備のソフト面からの安全の考え方の基本は「異常が発生したら停止する」ことである。もちろん異常の内容によっては停止せずに系統から開列し、待機運転という方法もあるが基本は停止である。そのため、燃料電池発電設備は「異常が発生したら停止する」ための機能を具備している。

燃料電池発電設備の基本的な運転フローは既に３.（２）に示した。ここでは起動、停止の運転方法を調査し、起動時、運転時、停止時にソフト面からどのように安全を確保しているか、安全に停止するために具備している機能は何かについてまとめた。

1）運転方法

①起動時の安全性

起動時は以下のような運転方法で安全を確保している。

- **起動前に初期的に異常がないことをセンサが検知する**
- **起動前に改質器バーナ部を空気パージする。（プレパージ）**
- **設定温度に到達して次の動作に入る。**

②停止時の安全性

停止時は以下の処置を行い安全を確保している。

- **停止の際は 2 重に取り付けられている原燃料弁を閉止する。**
- **停止後にバーナ部のアフターパージを行う。**
- **停止後は不活性ガスパージ若しくは水蒸気パージなどの処置で燃料改質系の可燃性ガスを排出する。**

2）保護項目と停止方法

燃料電池発電設備の起動及び運転時に異常が発生すると、燃料電池発電設備は取り付けられているセンサなどで異常を検知し、速やかに停止することになっている。

保護項目と停止動作を図 4-4 にまとめた。燃料改質系、機械系、電気系、セルスタック系毎に、現在現行の技術基準等で決められている保護項目を整理した。これらを検知することで燃料電池発電設備が図 3-11-b，3-12 に提示したようなフローチャート、タイムチャートで安全に停止するようになっている。

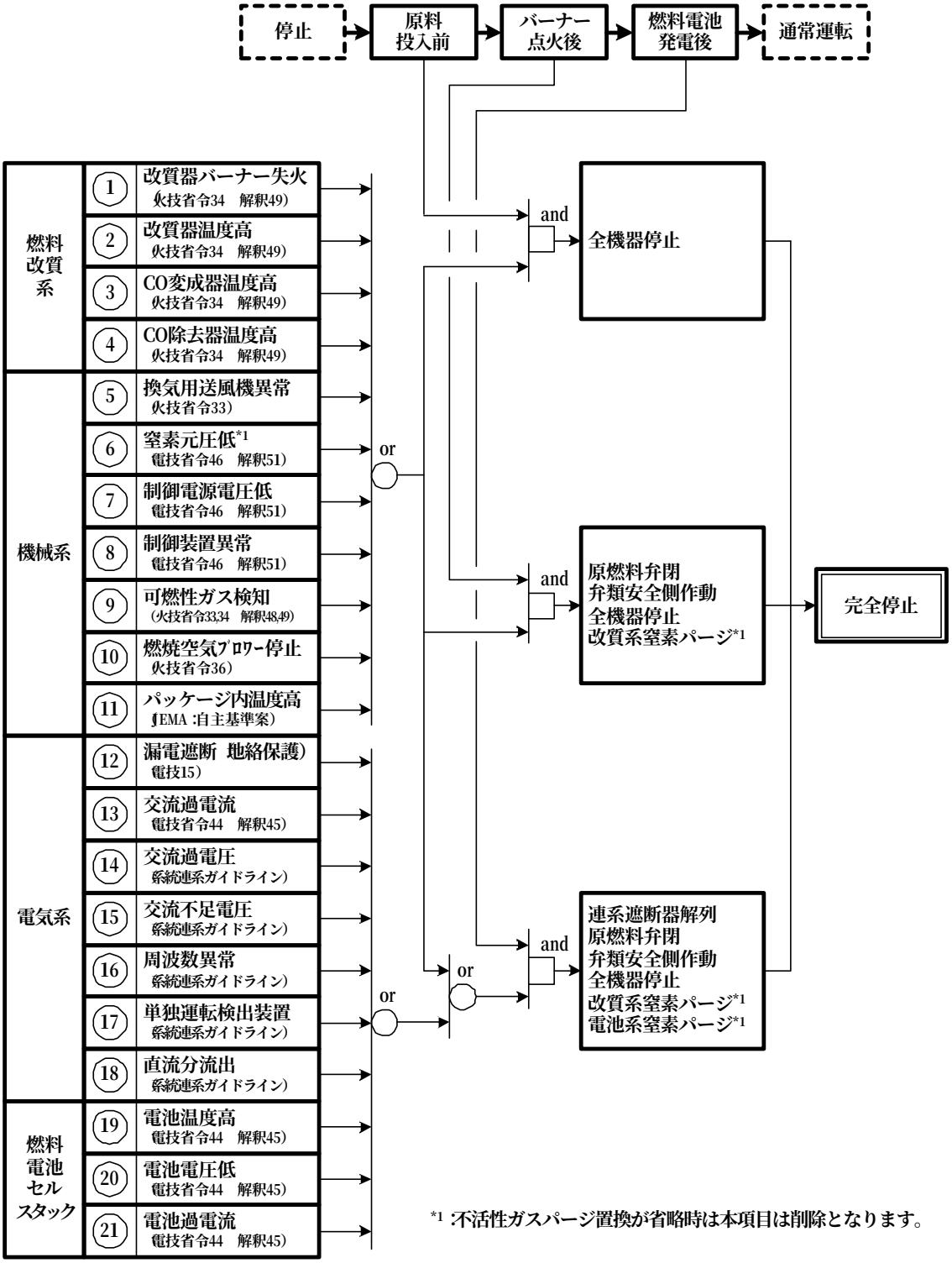


図 4 - 4　運転状態と保護項目の関係

3）フェールセーフの考え方

燃料電池発電設備は、より一層の安全性を確保するために、フェールセーフの考え方が採用されている。使用されている各種の機器やセンサは、万一故障等が発生しても安全サイドに機能するものが採用されているだけでなく、これを検知してシステムを安全に停止するよう設計することが望ましい。それらの例としてまとめたのが表4-１である。

原燃料導入部に設置される原燃料遮断弁は、それぞれ独立に制御信号が出力される 2 つの弁が直列に設置されており、万一片方の弁が閉にならない状況が発生しても、他方の弁で確実に閉止できる構成になっている。駆動源が喪失した場合は、閉止するノーマルクローズタイプを採用している。制御装置が故障した場合は、ウオッチドックタイマー機能等により制御異常を検知し、機械的に緊急遮断し、安全に停止する機能を有している。
可燃性ガス検知器が故障した場合は、検知部の断線個所の違いにより信号がプラスに振れたりマイナスに振れたりするためこれを検知して安全に停止する機能を有している。さらに、検知部の感度は時間とともに過敏になる方向に変化するため、ガス漏れ検知機能が敏感となり安全サイドに機能する。パッケージ内異常温度や各種反応器の温度を計測している温度センサは、断線等の故障によりレンジオーバするためこれを検知して安全に停止する機能を備えている。

以下保護装置のフェールセーフの考え方について、重要性の高い事例をもって解説する。まず、「ＮＯ．１　電池温度高」の保護装置が壊れた場合について説明する。「電池温度高」を検知するセンサは、燃料電池セルスタックそのもの、若しくはこれに冷却水を循環させる冷却水経路に設けられた温度検知器、一般にはサーミスタによって検知される。サーミスタは、温度によってその抵抗が変化する特性を持っており、正常時はこれに電流を流し、両端の電圧を計測することによって温度を検出している。このサーミスタが故障するモードは、大きく２つあり、１つは断線（抵抗は無限大）による故障、もう１つは短絡（抵抗はゼロ）による故障である。この２つのモードが発生した場合は、制御装置が普段あり得ない抵抗（電圧）を検出するため、センサ自身が故障であると自己認識することができ、安全のためシステムを停止するような処置を行うものである。このように、センサ自身の故障を認識することによって、フェールセーフの設計が確保されているものである。

つぎに、「ＮＯ．５　改質器バーナ失火」の保護装置が壊れた場合について説明する。改質器のバーナが燃焼しているかどうかを検知するセンサとしては、火炎温度検知器（熱電対など）やフレームロッド（火炎の中で電流が流れる原理を利用して検知）などがあるが、これらのセンサが故障し、もし燃焼していないのに火炎を誤検知（燃料を継続的に供給）するようなことがあった場合、改質器の温度が異常に低下し、改質器温度センサで異常を識別することができる。さらに、燃焼していない場合は、改質反応が行われず水素が生成できないため、たちまち燃料電池セルスタックの電圧出力が低下し、「電池電圧低」でシステム異常と認識し、原燃料を遮断し安全に停止させるものである。この場合も同様に、別のセンシング手段によって、フェールセーフの設計が確保されているものである。

表４－１　PEFC 保護装置のフェイルセーフの考え方一覧

部位	No.	保護項目	保護装置部位	故障モード	発生事象	備考
セルスタック	1	電池温度高	センサ部	①温度検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「電池温度異常」にて停止
			ロジック部 (デジタル)	①入力部 A/D 変換器故障 オープン又はショート ②デジタル制御部異常	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。 ②ウォッチドックタイマー機能により、制御異常を検知し緊急停止。	
			動作部	①原燃料元弁異常 ②出力遮断器異常 ③ロジック部の 出力部(接点)異常	①閉異常の場合は、安全停止。 開異常の場合は、ガス機器同様 2 重弁を装備しているため、１つの弁が開でも、他方の弁で遮断可能。 ②開異常の場合は、安全停止。 閉異常の場合は、開閉器を２個（少なくとも１個は機械的開閉器）装備しているため、１つの開閉器が閉でも、他方の開閉器で遮断可能。 ③上記動作部の複数安全装置に対応して、出力部も複数あることから、安全性は同様に確保される。	
	2	電池電圧低	センサ部	①電圧検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「電池電圧異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	3	電池過電流	センサ部	①電流検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「電池電流異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	

燃料改質系	4	改質装置温度高	センサ部	①温度検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「改質装置温度異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	5	改質器バーナ失火	センサ部	火炎検知手段故障 ①失火時に火炎誤検知 ②燃焼時に失火誤検知	①改質温度検知手段または電池電圧検知手段によって異常検知し緊急停止。 ②「失火検知」、「不着火」で緊急停止。	「改質装置温度異常」、「電池電圧異常」又は「失火検知」、「不着火」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	6	CO 変成器温度高	センサ部	①温度検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「ＣＯ変成器温度異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	7	CO 除去器温度高	センサ部	①温度検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「ＣＯ除去器温度異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
その他機械系	8	換気用送風機異常	センサ部	①回転検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバー、あるいは回転検知手段の論理異常となるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「換気用送風機異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	9	窒素元圧低			不活性ガスパージ省略時でも安全性は確保	
	10	制御電源電圧低	センサ部	①電圧検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバー、あるいは CPU または補機(センサ類)異常検知となるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「制御電源電圧異常」、又は「各センサ制御異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	

	11	制御装置異常	センサ部	センサーなし	センサーなし	全停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 ① ② に同じ	NO.1 ① ② に同じ	
	12	可燃性ガス検知	センサ部	①検知器故障 オープン又はショート ②検知感度経年劣化 敏感側となるような フェールセーフ設計	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。 ②検知器がガス漏れを誤検知し緊急停止	「ガス漏れ異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	13	燃焼用空気ブロア停止	センサ部	①回転数検知手段、 流量センサのオープン 又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「燃焼用空気ブロワ異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	14	パッケージ内温度異常	センサ部	①温度検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。（ガス機器で使われる温度ヒューズ等も故障モードはオープンのみで安全）	「温度異常」又は全停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
電気系	15	交流過電流	センサ部	①電流検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「交流過電流」、又は「パワーコンディショナ制御異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	16	交流過電圧	センサ部	①電圧検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「交流過電圧」、又は「交流不足電圧」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	

	17	交流不足電圧	センサ部	①電圧検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「交流過電圧」、又は 「交流不足電圧」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	18	周波数異常	センサ部	①電圧・電流検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「周波数異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	19	単独運転防止	センサ部	①電圧・電流検知手段故障 オープン又はショート	①レンジオーバーとなるため、ロジック部が異常と判断し緊急停止。	「単独運転防止」、又は 「周波数異常」にて停止
			ロジック部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
			動作部	NO.1 に同じ	NO.1 に同じ	
	20	漏電遮断	センサ部	①漏電遮断機故障 オープン又はショート	①オープン時は安全停止。 ②ショート時は、アースとの２重安全で安全性確保、 さらに上流側漏電遮断器で検知。	全停止
			ロジック部	（電源喪失）	（電源喪失）	
			動作部	NO.1 ① ② に同じ	NO.1 ① ② に同じ	

4）経時変化時の安全性確保について

燃料電池発電設備は、運転時間が長くなるにしたがって発生する経時変化に対しては、ある程度まで許容できるように設計されている。

万一、許容できる範囲を超えた場合でも、次に示すように異常を検知し燃料電池発電設備は安全に停止する。

①経時変化により改質装置の各触媒能力が低下した場合

- 脱硫触媒の劣化：改質触媒が硫黄被毒され改質能力が低下　→　水素量不足　→　電池電圧低　→　停止
- 改質器触媒の劣化：①水素量不足　→　電池電圧低　→　停止
- ＣＯ変成器触媒の劣化：ＣＯ変成器出口ガス中のＣＯ濃度上昇　→　電池電圧低　→　停止
- ＣＯ除去器触媒の劣化：ＣＯ濃度上昇　→　ＣＯ濃度高　→　電池電圧低　→　停止

②経時変化により電池スタック特性が劣化した場合

- 電解質のクロスリークが増大　→　電池電圧低　→　停止
- 電池スタックからのガスリーク量の増大　→　可燃性ガス検知　→　停止

いずれの場合も、システムは安全に停止する方向に作動するため、経時変化が発生しても安全を確保できる。

（3）ハザード抽出

表 4-2 に本基準検討WGで抽出された燃料電池設備・貯湯システム、インバータ・電気装置、その他のハザードを整理し、図 4-3 の保護項目と対応させた。これにより、ハザードに対して、どのような保護項目が機能するのかが分かるようになっており、ほとんどのハザード（保護番号が記載されているもの）で、技術基準等に定められている保護機能が働くようになっていることが分かる。

保護番号の記載されていない項目のうち、理論上発生しない項目や発生しても安全上問題のない項目については対策不要とし、また、メンテナンス等に関わる安全上の項目で、一般家庭のユーザーではなく専門家が扱う項目については、専門技術があるとの前提でハザード対策検討から除外している。

それ以外の項目については、⑧対策の項に記載されているように、系統連系ガイドラインで規定されている項目や、自主基準に規定されている項目（消防関連法や燃焼機器のＪＩＳ等から引用）でカバーされており、いずれもこれらを準拠すれば安全を担保することができる。

表４－２　システム全体の安全性の確認表

（注）⑥保護番号は図 4-4「運転状態と保護項目の関係」に示す保護番号

（１）燃料電池設備（補機含む）

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
1	機器外元栓	閉不良	開固着	ガス供給停止不可（異常燃焼）	２機器元栓で閉止		極希	軽度	2 重安全済
2	機器元栓	閉不良	開固着	ガス供給停止不可	３と２重閉止のため、双方同時異常は希		希	軽度	2 重安全（自主基準）
3	遮断弁	閉不良	開固着	ガス供給停止不可	２と２重閉止のため、双方同時異常は希		希	軽度	2 重安全（自主基準）
4	燃料系配管	腐食、亀裂、ゆるみ	可燃性ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 セルスタック電圧低下 改質器温度低下 バーナ断火	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 電池電圧低 改質器温度低 バーナ失火	⑨ ⑪ ⑳ ①	極希	重度	
5	燃料昇圧器	ねじ等配管のゆるみ	配管ガス漏れ	可燃性ガスへの着火 セルスタック電圧低下 改質器温度低下 バーナ断火	可燃性ガス検知 電池電圧低 改質器温度低 バーナ失火	⑨ ⑳ ①	極希	重度	
6	燃料昇圧器	過回転・ガス圧（高）	オーバーヒート	コイル焼損	電池電圧低	⑳	極希	重度	
7	燃料昇圧器	閉塞・ガス圧（低）	ガス流量低下	バーナ断火 セルスタック電圧低下 改質温度低下	電池電圧低 改質器温度低 バーナ失火	⑳ ①	希	軽度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
8	燃料昇圧器	腐食、亀裂、ゆるみ	可燃性ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 セルスタック電圧低下 改質器温度低下 バーナ断火	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 電池電圧低 改質器温度低 バーナ失火	⑨ ⑪ ⑳ ①	極希	重度	
9	燃料改質装置（気化器）	腐食、亀裂、ゆるみ	可燃性液・ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性液・ガスへ着火 セルスタック電圧低下 改質器温度低下 バーナ断火	筐体内温度異常 電池電圧低 改質器温度低 バーナ失火	⑪ ⑳ ①	極希	重度	
10	燃料改質装置（気化器）	閉塞	気化器圧力上昇 ガス流量低下	異常高圧 セルスタック電圧低下 改質器温度低下 バーナ断火	圧力検知 電池電圧低 改質器温度低 バーナ失火	 ⑳ ①	極希	重度	
11	燃料改質装置（脱硫器）	腐食、亀裂、ゆるみ	可燃性ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	⑨ ⑪ ① ⑳	希	重度	
12	燃料改質装置（脱硫器）	閉塞（触媒粉化等）	ガス流量低下	セルスタック電圧低下 バーナ断火 改質器温度低下	改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	 ① ⑳	極希	軽度	
13	燃料改質装置（脱硫器）	ねじ等配管のゆるみ	配管ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	⑨ ⑪ ① ⑳	希	重度	
14	燃料改質装置（脱硫器）	触媒反応不良	硫黄分が改質器へ	触媒被毒	電池電圧低	⑳	希	軽度	
15	燃料改質装置（脱硫器）	触媒反応異常	硫黄スリップの増加 適正温度範囲の逸脱	改質性能低下（触媒被毒） セルスタック電圧低下	改質器・脱硫器温度高 電池電圧低	 ② ⑳	希	軽度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
16	燃料改質装置（改質器）	腐食、亀裂、ゆるみ	可燃性ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	⑨ ⑪ ① ⑳	希	重度	
17	燃料改質装置（改質器）	閉塞（触媒粉化等）	ガス流量低下	セルスタック電圧低下 バーナ断火 改質器温度低下	改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	 ① ⑳	極希	軽度	
18	燃料改質装置（改質器）	触媒反応異常 （水蒸気不足、触媒劣化等）	水素生成量の低下 適正温度範囲の逸脱	改質器温度異常 セルスタック電圧低下	改質器温度高 電池電圧低	② ⑳	希	軽度	
19	燃料改質装置（改質器）	水蒸気不足	改質器温度（高）	筐体内温度上昇	改質器温度高	②	希	軽度	
20	燃料改質装置（改質器）	触媒反応不良	水素発生量減少	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
21	燃料改質装置（改質器）	水蒸気過流入	改質器温度（低）	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
22	燃料改質装置（CO 変成器）	腐食、亀裂、ゆるみ	可燃性ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	⑨ ⑪ ① ⑳	希	重度	
23	燃料改質装置（CO 変成器）	閉塞（触媒粉化等）	ガス流量低下	セルスタック電圧低下 バーナ断火 改質器温度低下	改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	 ① ⑳	極希	軽度	
24	燃料改質装置（CO 変成器）	触媒反応異常 （変成水量異常等）	適正温度範囲の逸脱 CO 濃度の上昇	CO 変成器温度異常 セルスタック電圧低下	CO 変成器温度高 電池電圧低	③ ⑳	希	軽度	
25	燃料改質装置（CO 変成器）	触媒反応不良	高濃度 CO 発生	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
26	燃料改質装置（CO 変成器）	ねじ等配管のゆるみ	配管ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	⑨ ⑪ ① ⑳	希	重度	
27	燃料改質装置（CO 除去器）	腐食、亀裂、ゆるみ	可燃性ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	⑨ ⑪ ① ⑳	希	重度	
28	燃料改質装置（CO 除去器）	閉塞（触媒粉化等）	ガス流量低下	セルスタック電圧低下 バーナ断火 改質器温度低下	改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	 ① ⑳	極希	軽度	
29	燃料改質装置（CO 除去器）	ねじ等配管のゆるみ	配管ガス漏れ ガス流量低下（ガス漏れ箇所よりも後段側）	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火 電池電圧低	⑨ ⑪ ① ⑳	希	重度	
30	燃料改質装置（CO 除去器）	凝縮水で配管閉塞	水素不足	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
31	燃料改質装置（CO 除去器）	触媒反応異常（空気量異常等）	適正温度範囲の逸脱 CO 濃度の上昇	CO 除去器温度異常 セルスタック電圧低下	CO 除去器温度高 電池電圧低	④ ⑳	希	軽度	
32	燃料改質装置（CO 除去器）	空気過剰供給	水素の過剰消費による水素不足	CO 除去器温度異常 セルスタック電圧低下	CO 除去器温度高 電池電圧低	④ ⑳	希	軽度	
33	燃料改質装置（バーナ）	燃料過流入、燃料不足 空気過剰供給、空気不足	改質器適正温度の逸脱 バーナの異常燃焼（逆火等）	改質器温度異常 バーナ断火	改質器温度高 バーナ失火	② ①	希	重度	
34	燃料改質装置（バーナ）	燃料過流入	改質器温度（高）	改質器温度異常 筐体内温度上昇	改質器温度高 筐体内温度異常	② ⑪	極希	重度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
35	燃料改質装置バーナ）	燃料流量低下	改質器温度（低）	改質器温度異常 セルスタック電圧低下	改質器温度高 電池電圧低	② ⑳	希	軽度	
36	燃料改質装置（バーナ）	燃焼空気過剰	逆火	異常燃焼	逆火防止構造		極希	重度	消防関連法（自主基準）
37	燃料改質装置（バーナ）	燃焼空気不足	不完全燃焼	高濃度 CO 発生	室内設置時の換気		希	重度	室内換気（自主基準）
38	燃料改質装置（バーナ）	ねじ等配管のゆるみ	配管ガス漏れ	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火	⑨ ⑪ ①	希	重度	
39	電池オフガス配管	腐食、亀裂、ゆるみ	ガス漏れ	可燃性ガスへの着火 改質器温度低下 バーナ断火	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 改質器温度低 バーナ失火	⑨ ⑪ ①	希	重度	
40	セルスタック	クロスリーク	触媒上での燃焼反応 水素不足による電圧低下	電池温度上昇 電池電圧低下	電池温度高 電池電圧低	⑲ ⑳	希	軽度	
41	セルスタック	腐食、亀裂、ゆるみ	ガス漏れ ガス流量低下	可燃性ガス着火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 電池電圧低	⑨ ⑪ ⑳	希	重度	
42	セルスタック	ねじ等配管のゆるみ	配管ガス漏れ ガス流量低下	可燃性ガスへの着火 セルスタック電圧低下	可燃性ガス検知 筐体内温度異常 電池電圧低	⑨ ⑪ ⑳	希	重度	
43	セルスタック	高濃度 CO 流入	電極被毒	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
44	セルスタック	残メタン量増加ガス流入	H2 供給不足	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
45	セルスタック	ドレンによる配管閉塞	空気量不足	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
46	セルスタック	冷却水閉塞	冷却不足	電池温度上昇	電池温度高	⑲	希	軽度	
47	セルスタック	性能低下	発電量低下	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳		軽度	
48	セルスタック	電極不良	発電量不安定	セルスタックからの発電量不安定	電池電圧低	⑳	極希	軽度	
49	セルスタック	絶縁不良	発電量低下	セルスタックからの発電量低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
50	水系配管	閉塞	循環水量の減少 水不足	各種冷却箇所等の温度異常 （改質器、電池等）	電池温度高 改質器温度高	⑲ ②	極希	軽度	
51	水系配管	腐食	水漏れ 水供給停止	各種冷却箇所温度上昇	水位異常 電池温度高 改質器温度高	 ⑲ ②	極希	軽度	
52	水系配管	腐食、亀裂、ゆるみ	水漏れ	漏電	漏電検知	⑫	希	軽度	
53	冷却水タンク	凍結	循環水量の減少 改質反応停止	各種冷却箇所温度異常 燃料改質器温度異常	電池温度高 改質器温度高	⑲ ②	希	軽度	
54	排熱回収熱交換器	腐食、亀裂、ゆるみ	ガス漏れ 水漏れ	可燃性ガスへの着火 漏電	可燃性ガス検知 漏電検知	⑨ ⑫	希	軽度	
55	水処理装置	閉塞	水不足（改質器での水素生成量の低下、適正温度範囲の逸脱）	改質器温度異常 セルスタック電圧低下	改質器温度高 電池電圧低	② ⑳	希	軽度	
56	水処理装置	水処理性能低下	冷却水の水質低下	セルスタック短絡（セルスタック電圧低下） セルスタック地絡	電池電圧低 漏電検知	⑳ ⑫	希	軽度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
57	改質装置用水ポンプ	過回転 回転数低下	改質水量異常	水素不足 ＣＯ増加	電池電圧低	⑳	希	軽度	
58	改質装置用水ポンプ	点検不良	改質水供給停止	水素不足 ＣＯ増加	電池電圧低	⑳	希	軽度	
59	電池冷却用ポンプ	過回転 回転数低下	セルスタック温度異常	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
60	電池冷却用ポンプ	点検不良	ポンプ停止 水供給停止	セルスタック温度上昇	電池温度高	⑲	希	軽度	
61	空気系フィルター	点検不良	フィルター詰まりによる空気不足	オーバーヒート ＣＯ濃度増加 バーナ断火 セルスタック電圧低下	改質器温度高 CO 除去器温度高 バーナ失火 電池電圧低	② ④ ① ⑳	希	軽度	
62	空気系フィルター	閉塞	空気不足による 改質器燃焼不良 CO 変成器反応不良 セルスタック反応不良	改質器温度異常 CO 除去器温度異常 バーナ断火 セルスタック電圧低下	改質器温度高 CO 除去器温度高 バーナ失火 電池電圧低	② ④ ① ⑳	希	軽度	
63	反応空気ブロア	回転数低下	セルスタック反応不良	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
64	反応空気ブロア	過回転	乾きによる反応不良	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	極希	軽度	
65	反応空気ブロア	配管閉塞による過負荷	セルスタック反応不良 オーバーヒート	セルスタック電圧低下 コイル焼損には至らない	電池電圧低	⑳	極希	軽度	
66	反応空気ブロア	点検不良	空気停止	セルスタック電圧低下	電池電圧低	⑳	極希	軽度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
67	燃焼空気ブロア	回転数低下	燃焼空気不足	セルスタック電圧低下 バーナ断火	電池電圧低 バーナ失火 燃焼ブロワ異常	⑳ ① ⑩	希	軽度	
68	燃焼空気ブロア	過回転	燃焼空気過剰	セルスタック電圧低下 バーナ断火	電池電圧低 バーナ失火 改質器温度低	⑳ ①	希	無	
69	燃焼空気ブロア	配管閉塞による過負荷	燃焼空気なし	バーナ断火 改質器温度異常	バーナ失火 改質器温度低	①	極希	重度	
70	燃焼空気ブロア	点検不良	燃焼空気なし	バーナ断火 改質器温度異常	バーナ失火 改質器温度低	①	極希	重度	
71	ＣＯ除去用ブロア	回転数低下	ＣＯ濃度増加	スタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
72	ＣＯ除去用ブロア	過回転	水素不足	スタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
73	ＣＯ除去用ブロア	配管閉塞による過負荷	ＣＯ濃度増加	スタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
74	ＣＯ除去用ブロア	点検不良	ＣＯ濃度増加	スタック電圧低下	電池電圧低	⑳	希	軽度	
75	計測制御装置（燃料電池設備）	ＣＰＵの暴走	制御不能	温度異常他	制御装置異常	⑧	極希	重度	
76	計測制御装置（燃料電池設備）	絶縁不良	漏電 地絡	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	希	重度	
77	計測制御装置（燃料電池設備）	故障	制御不可	自動停止不可	制御装置異常	⑧	極希	重度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
78	計測制御装置（燃料電池設備）	点検不良	検知不良	異常計測	制御装置異常	⑧	極希	軽度	
79	計測制御装置（燃料電池設備）	改質器温度の制御異常	異常高温	火災発生、延焼	筐体内温度異常	⑪	極希	重度	
80	計測制御装置（燃料電池設備）	改質器の温度センサー断線	異常高温	火災発生、延焼	制御装置異常 筐体内温度異常	⑧ ⑪	極希	重度	
81	換気ファン	ファン回転数低下	換気量不足 パッケージ内高温	火災	筐体内温度異常	⑪	希	重要	
82	換気ファン	過回転 換気口閉塞	オーバーヒート	コイル焼損 火災	筐体内温度異常	⑪	極希	重要	

（2）貯湯システム

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
1	貯湯システム(貯湯槽とバックアップのガスボイラーで構成されているため、基本的にはガス器具に準拠)	ガス配管のゆるみ	可燃性ガスの漏洩	可燃性ガスへの着火	特になし(エンジンシステムで既に基準あり(通常のガス機器の基準で運用）)		極希	重度	給湯機の安全基準(JIS)準拠
2	貯湯システム	断水	水不足	給湯不能	水圧検知		希	軽度	同上
3	貯湯システム	腐食	漏水	漏電	漏電検知		希	軽度	同上
4	貯湯システム	ねじ緩み	漏水	漏電	漏電検知		希	軽度	同上
5	貯湯システム	バーナ着火不良	バーナ失火	可燃性ガスの排気への漏洩	バーナ失火検知 空気ファン異常検知		希	軽度	同上
6	貯湯システム	出湯量不足	空焚き	火災等	空焚き防止装置（水量センサ等）		希	軽度	同上
7	貯湯システム	電気絶縁低下	漏電	感電など	漏電検知		希	重度	同上
8	貯湯システム	温度上昇による異常加圧	貯湯槽の圧力上昇	お湯の温度上昇 貯湯槽損傷	温度管理 安全弁など		希	重度	同上
9	計測制御装置（貯湯システム）	ＣＰＵの暴走	制御不能	温度異常他	ウオッチドックタイマ		極希	重度	同上

（3）インバータ，電気装置部分

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
1	直流配線	燃料電池設備出力回路に地絡が生じる場合や落雷等による系統の異常による保護過敏動作	直流側地絡	感電	アース線による確実な接地		極希	軽度	アース線による確実な接地
2	直流配線	電路の損傷	直流側の過負荷・短絡	感電	電池過電流	(21)	極希	軽度	
3	直流配線	インバータ損傷	直流入力過電圧等				原理的に発生せず	軽度	不要
4	直流配線	スイッチ不良		点検時の感電			極希	重度	専門家の点検前提
5	直流配線	漏れ電流（電極・筐体）	漏れ電流の流出	感電	漏電検知	⑫	極希	重度	
6	直流配線	筐体接地不良(筐体接地部)	筐体電位の上昇	感電	アース線による確実な接地		極希	重度	アース線による確実な接地
7	電力変換器	ねじゆるみ	電圧、電流異常	感電 火災	交流過電流 交流過電圧 筐体内温度異常	⑬ ⑭ ⑪	極希	重度	
8	電力変換器	長期使用時の導電材料の腐食	漏電 地絡	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	希	中度	
9	電力変換器	雨水進入	漏電 地絡	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	希	中度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
10	電力変換器	冷却機能停止 遮蔽、直射日光など	部品加熱、温度上昇	損傷 発火	制御装置異常 筐体内温度異常	⑧ ⑪	極希	軽度	
11	電力変換器	燃料漏洩 長期使用時の配管腐食	インバータ部への浸入	火災･爆発 (電気部品火花、静電気)	可燃性ガス検知 筐体内温度異常	⑨ ⑪	希	重度	
12	電力変換器	雷サージ侵入	部品損傷による漏電、地絡	感電 火災	サージアブソーバ 筐体内温度異常	 ⑪	極希	中度	
13	電力変換器	外来ノイズ侵入 （ﾗｲﾝﾉｲｽﾞ、輻射ﾉｲｽﾞ）	誤動作による電圧、電流異常	誤動作	交流過電流 交流過電圧	⑬ ⑭	希	軽度	
14	電力変換器	空気中の水分、塩分などによる絶縁低下 塵埃、異物、小生物の侵入堆積	短絡、漏電	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	希	中度	
15	交流配線	配線地絡	交流側地絡	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	極希	中度	
16	交流配線	電路の損傷	交流側過負荷・短絡	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	極希	中度	
17	交流配線	負荷機器の故障	交流側過電圧・不足電圧		交流過電圧 交流不足電圧	⑭ ⑮	希	軽度	
18	交流配線	スイッチ不良		点検時の感電			極希	重度	専門家の点検前提
19	交流配線	トランス不良	温度上昇	火災	制御装置異常 筐体内温度異常	⑧ ⑪	希	軽度	

番号	①部品・部位	②異常状態の要因となる故障	③運転時の異常状態（②による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
20	計測制御装置（電気装置）	直流発電部からの熱	温度上昇	回路誤動作 熱的破壊	制御装置異常	⑧	希	軽度	
21	計測制御装置（電気装置）	電磁ノイズ、熱	保護動作欠落・誤動作	システム機能不全・電源機器故障・感電	制御装置異常	⑧	希	軽度	
22	計測制御装置（電気装置）	表示器の不具合による運転状態の確認ができない	正常				極希	軽度	不要
23	換気口 (ﾊﾟﾜｰｺﾝﾃﾞｨｼｮﾅ)	フィルターの目詰まり	温度上昇		制御装置異常	⑧	希	軽度	

（4）その他（外的要因，シーケンス（起動・停止）等）

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希，希，度々等)	⑧影響度（重度，軽度等）	⑨対策
1	地震	燃料配管（input 側）	燃料供給停止	ｽﾀｯｸ損傷･温度上昇 改質器損傷	マイコンメータ 燃料供給停止 電池電圧低	⑳	極希	重度	
2	地震	水配管（input 側）	水供給停止	温度上昇 火災 冷却水沸騰	マイコンメータ 燃料供給停止 電池電圧低	⑳	極希	重度	
3	地震	装置全体	配管部の亀裂ほか	水漏れ 改質ガス漏れ	マイコンメータ 燃料供給停止 電池電圧低	⑳	極希	重度	
4	地震	装置全体	機器の転倒	機器破損	マイコンメータ 燃料供給停止 電池電圧低	⑳	極希	重度	
5	地震	電気配線	絶縁部の損傷、断線	配線部の短絡、地絡	マイコンメータ 燃料供給停止 電池電圧低	⑳	極希	重度	
6	地震	貯湯槽	機器の転倒	機器破損	マイコンメータ 燃料供給停止 電池電圧低	⑳	極希	重度	
7	外的衝撃（落下物，雹など）	装置全体	配管部の亀裂ほか	水漏れ 改質ガス漏れ	可燃性ガス検知	⑨	極希	重度	
8	直撃雷	装置全体	火災、燃料への引火	火災、爆発	筐体内温度異常	⑪	極希	重度	
9	雷サージ	装置全体	絶縁破壊、機器損傷	インバータ部の破壊（絶縁破壊、続流による熱破壊）	漏電検知	⑫	希	重度	
10	浸水	装置全体	水分、水滴混入	電気品絶縁不良 漏電	交流過電流 漏電検知	⑬ ⑫	希	重度	

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希,度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
11	浸水	装置全体	機器の漏電	感電 火災	交流過電流 漏電検知 筐体内温度異常	⑬ ⑫ ⑪	希	重度	
12	浸水	装置全体	回路誤動作・短絡	機能不全・感電	漏電検知	⑫	希	重度	
13	浸水	計測制御装置（燃料電池設備）	漏電 地絡	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	希	重度	
14	浸水	電装品全般	漏電、短絡、地絡	過電流 感電	交流過電流 漏電検知	⑬ ⑫	希	重度	
15	浸水	貯湯槽	機器の漏電	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	希	重度	
16	水没	装置全体	水没	各部動作不良	漏電検知	⑫	極希	重度	
17	冠水	パワーコンディショナー	各部動作不良	過電流 感電	交流過電流 漏電検知	⑬ ⑫	極希	重度	
18	降雨	装置全体	浸水	過電流 感電 動作不良、腐食	交流過電流 漏電検知	⑬ ⑫	度々	重度	
19	積雪	装置全体	装置内温度低下、凍結、吸気、排気口の遮蔽	各部動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	
20	火災（延焼）	装置全体	火災、燃料への引火	火災、爆発	筐体内温度異常	⑪	極希	重度	
21	外気温度上昇（直射日光）	装置全体	装置内温度上昇	電気部品、ﾎﾟﾝﾌﾟ、ﾌﾞﾛｱの動作不良、損傷	筐体内温度異常	⑪	度々	重度	
22	外気温度低下（寒冷地）	装置全体	配管部凍結による亀裂ほか	水漏れ 配管の詰まり	漏電検知	⑫	希	重度	

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希,度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
23	外気温度低下（寒冷地）	装置全体	結露	絶縁低下 漏電、電食 各部動作不良	漏電検知	⑫	希	重度	
24	開口部からの強風吹き込み	改質器	バーナー失火	改質器動作異常	バーナ失火	①	極希	重度	
25	風の吹き込みによる失火	バーナ	失火	動作異常	バーナ失火	①	極希	重度	
26	外気空気への混入物（塩分、NOX、異物ほか）	装置全体	スタック、燃料改質器への供給空気異常	スタック、燃料改質器の動作不良	電池電圧低	⑳	極希	重度	
27	装置への異物侵入（砂，粉塵，塩分，異物，NOX等）	装置全体	異物侵入	各部動作不良	電池電圧低	⑳	極希	重度	
28	装置への異物侵入（砂，粉塵，塩分，異物，NOX等）	装置全体	漏電 地絡	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	極希	重度	
29	小動物の侵入（ねずみ，小生物等）	装置全体	絶縁損傷、短絡、漏電、温度上昇	過電流 感電 火災	交流過電流 漏電検知 筐体内温度異常	⑬ ⑫ ⑪	極希	重度	
30	外気酸欠（密閉、遮蔽）	装置全体	スタック、燃料改質器への供給空気異常	スタック、燃料改質器の動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	
31	外気多湿	装置全体	スタック、燃料改質器への供給空気異常	スタック、燃料改質器の動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	
32	排気口の閉塞	排気口	スタック、燃料改質器からの排気ガス異常	スタック、燃料改質器の動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	
33	排気ガスの遮蔽（密閉、遮蔽ほか）	装置全体	スタック、燃料改質器からの排気ガス異常	スタック、燃料改質器の動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度，軽度等）	⑨対策
34	排水の詰まり（排水路の詰まり、ほか）	装置全体	装置からの排水異常	スタック、燃料改質器の動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	
35	フィルターの目詰まり	換気口(ﾊﾟﾜｰｺﾝﾃﾞｨｼｮ	装置内温度上昇	動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	
36	燃料供給異常（瞬断、停止，圧力上昇・低下ほか）	装置全体	燃料供給の瞬断、停止	スタックへの改質ガス供給異常	電池電圧低	⑳	希	重度	
37	起動時､燃料の漏洩or滞留	燃料系統、燃焼装置	燃料の漏洩or滞留	スタックへの改質ガス供給異常	可燃性ガス検知	⑨	希	重度	
38	水道水供給異常（瞬断、停止ほか）	装置全体	冷却水、排熱回収水ほかの瞬断、停止	スタック、燃料改質器の動作不良	電池電圧低	⑳	希	重度	
39	配管接続不良・ねじ緩み・腐食・亀裂	燃料配管	配管燃料漏れ	可燃性ガスへの着火・火災	可燃性ガス検知	⑨	希	重度	
40	配管接続不良・ねじ緩み・腐食・亀裂	熱回収循環水配管	配管水漏れによる冷却水不足	セルスタック温度高 筐体内温度の上昇	電池温度高 筐体内温度異常	⑲ ⑪	希	重度	
41	配管接続不良・ねじ緩み・腐食・亀裂	給水配管	配管水漏れによる冷却水不足	セルスタック温度高 筐体内温度の上昇 冷却水沸騰	電池温度高 筐体内温度異常	⑲ ⑪	希	重度	
42	配管接続不良・ねじ緩み・腐食・亀裂	水配管	水漏れ 水供給停止	温度上昇 火災	電池温度高 筐体内温度異常	⑲ ⑪	希	重度	
43	設置時空気抜き忘れ	燃料配管	脱硫触媒と反応し発熱	筐体内温度の上昇	筐体内温度異常	⑪	希	重度	
44	設置時空気抜き忘れ	燃料配管	バーナー不着火	改質器動作不良	バーナ失火	①	希	重度	

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
45	設置時空気抜き忘れ	熱回収循環水配管	水蒸気不足による改質器カーボン析出、水素生成量不足	セルスタック電圧低 改質器温度高 筐体内温度の上昇	電池電圧低 改質器温度高 筐体内温度異常	⑳ ② ⑪	希	重度	
46	設置時空気抜き忘れ	給水配管	水蒸気不足による改質器カーボン析出、水素生成量不足	セルスタック電圧低 改質器温度高 筐体内温度の上昇	電池電圧低 改質器温度高 筐体内温度異常	⑳ ② ⑪	希	重度	
47	リモコンの誤操作	装置全体	誤操作	正常停止			度々	軽度	不要
48	リモコン信号線の断線	装置全体	信号断線	システム運転異常	制御装置異常	⑧	希	重度	
49	系統電力計測線の断線	装置全体	電力計測線断線	システム運転異常	制御装置異常	⑧	希	重度	
50	配線接続不良	電気配線	漏電、短絡 電圧低下 発熱	感電 火災	漏電検知 筐体内温度異常	⑫ ⑪	希	重度	
51	（漏れ電流による）電食	周辺の管路など	管路の腐食・破損	燃料漏洩など	可燃性ガス検知	⑨	希	重度	
52	電力系統異常 (瞬低、停電ほか)	装置全体	系統連系保護による発電停止	スタックからの戻りガスの増加	交流不足電圧	⑮	希	重度	
53	電力系統異常 (瞬低、停電ほか)	装置全体	停電時単独運転	作業員やユーザの感電など	単独運転検知	⑰	希	重度	
54	低圧系統事故	パワーコンディショナ	過負荷、過電流	制御異常	交流過電流	⑬	希	重度	
55	高圧系統短絡事故	パワーコンディショナ	過負荷、過電流	制御異常	交流過電流 交流不足電圧	⑬ ⑮	希	重度	

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度，軽度等）	⑨対策
56	高圧系統地絡事故	パワーコンディショナ	単独運転	系統逆充電（事故点への充電継続）	単独運転検知	⑰	希	重度	
57	系統側高低圧混触事故	パワーコンディショナ	単独運転	低圧電位上昇継続（電技解釈 19 条に抵触）	単独運転検知	⑰	希	重度	
58	系統側断線（欠相）	パワーコンディショナ	異常電圧発生	機器（家電機器を含む）破壊	交流不足電圧	⑮	希	重度	
59	系統過渡電圧変動（開閉サージ、線路切替による位相急変など）	パワーコンディショナ	単独運転検出機能の不要動作（インバータ停止）	頻繁なインバータ停止による燃料供給系への悪影響	改質器温度高 電池電圧低	② ⑳	希	重度	
60	系統故障時に電力供給となる危険や復旧時対応	単独運転（系統連系）	単独運転	公衆・作業者感電	単独運転検知	⑰	希	重度	
61	系統側工事（引込線改修、計量器取替等）	パワーコンディショナ	単独運転	作業者感電	単独運転検知	⑰	希	重度	
62	ブレーカ（SB、漏電遮断器等）動作	パワーコンディショナ	単独運転	屋内家電機器への異常電圧印可	単独運転検知	⑰	希	重度	
63	構内負荷・電路の過電流又は地絡	分電盤の遮断器等	過電流	過電流	交流過電流	⑬	希	重度	
64	構内負荷・電路の過電流又は地絡	パワーコンディショナ	過電流もしくは単独運転	漏電遮断器動作後の漏洩電流継続	単独運転検知 交流過電流	⑰ ⑬	希	重度	
65	受電点 CT 故障（逆潮流無し連系の場合）	パワーコンディショナ	異常制御（逆潮流の発生）	系統電圧上昇に伴う機器損傷など	交流過電流	⑭	希		系統連系ガイドライン
66	屋内配線欠相	パワーコンディショナ	欠相保護機能付き漏電遮断器動作後、運転継続	機器（家電機器を含む）破壊	周波数異常	⑯	希	重度	

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
67	自立運転時の解列用遮断器誤投入	パワーコンディショナ	運転継続	・系統逆充電による作業者等感電 ・非同期投入による機器損傷			希	重度	専門家による点検前提
68	直流漏れ電流	パワーコンディショナ	系統への直流流出	変圧器直流偏磁による損傷	直流分流出	⑱	希	重度	
69	ｲﾝﾊﾞｰﾀ破壊による直流側－交流側導通	パワーコンディショナ	系統への直流流出	変圧器直流偏磁による損傷	電池電圧低 直流分流出	⑳ ⑱	希	重度	
70	高調波電流流入	パワーコンディショナ	系統電圧歪み増大	他需要家機器（リアクトル等）の焼損	電池電圧低	⑳	希	重度	
71	高調波電流流出	負荷、電力系統	系統電圧歪み増大	他需要家機器（リアクトル等）の焼損			希	重度	系統連系ガイドライン
72	直流部分－外箱間のｲﾝﾋﾟｰﾀﾞﾝｽ減少	直流部分	直流漏れ電流増大	変圧器直流偏磁による損傷、電食など	漏電検知	⑫	希	重度	
73		燃料電池発電設備の普及が拡大した場合（系統連系）	系統電圧品質低下	系統設備への影響			希	重度	今後の課題
74	系統停電時の自立運転時の過負荷	自立運転（系統連系）	過電流	過電流	交流過電流 電池電圧低	⑬ ⑳	希	重度	

番号	①異常状態の要因となる事象	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度，軽度等）	⑨対策
75	表示器の不具合（による運転状態の確認ができない）	表示器等(ﾊﾟﾜｰｺﾝﾃﾞｨｼｮﾅ)	正常				希	軽度	不要
76		系統連系に係る解列開閉器の故障	過電流、感電	装置損傷、感電			希	重度	
77	作業者の意図しない外部からの遠隔操作	発電設備	過電流、感電	感電	解列箇所の二重化（ゲートブロックによる解列を含む）		希	重度	系統連系ガイドライン,専門家による点検前提

（５）その他（留意事項）

番号	①その他要因	②部品・部位	③運転時の異常状態（①による状態）	④発生する事象（③による事象）	⑤保護機能（④による機器の挙動）	⑥保護番号	⑦発生頻度(極希,希，度々等)	⑧影響度（重度,軽度等）	⑨対策
1	単三系統への単相２線 100V 連系	パワーコンディショナ	負荷の極端なアンバランス	中性線過負荷	交流過電流	⑬	極希		
2	単三系統への単相２線 200V 連系	パワーコンディショナ	正常				度々		不要
3	燃料電池大量普及	パワーコンディショナ	相互干渉により単独検知機能が働かない時の上位遮断器 OFF	公衆災害、作業者感電、低圧電位上昇継続	交流過電圧 周波数異常	⑭ ⑯	極希		

（4）自主基準の現行技術基準等との適合

（社）日本電機工業会でまとめた自主基準は家庭等での PEFC システムの安全性と利便性の確保を保障するというスコープでまとめており小型の PEFC システムを設計、製作、設置及び保守管理する上での技術的事項を定めている。それら技術的事項は様々な現行の技術基準、JIS などから引用しまとめている。この自主基準と現行の技術基準等の対比表をまとめることで、自主基準の記載内容の根拠を明確にでき、現行基準等での安全担保の網羅状況がわかるものと思われる。対比表を表４－３に示す。

多くの現行基準等などを参考に構成していることがわかるが、現行基準等ではカバーできない項目が見られるが、それらについてもより安全性を確保するという観点で自主基準に項目として採用している。

家庭用燃料電池保安技術検討会ではこれまで、ソフト面、ハード面の安全に関する項目を整理してきており、それら整理項目と自主基準と整合をとることで、現行基準等での安全の確保状況が明確となり、補完すべき技術基準を抽出できるものと考える。

表 4-3　自主基準と現行規格類対比表

自主基準　　章	記　載　内　容	該当する技術基準			
		技術基準	ＪＩＳ	燃料電池発電規定	その他（提案中のもの）
第１章　総則 **1.1　目的**	小型の固体高分子形燃料電池発電システムを設計，製作、設置及び保守管理する上での技術的事項を定め、需要家先に於ける固体高分子形燃料電池発電システムの安全性と利便性を確保することを目的とする。				
1.2　適用範囲	定置用及び可搬用の固体高分子形燃料電池発電システムで、定格出力 20kW未満、交流出力 220V以下の系統連系・自立運転／独立運転における発電システム又はコージェネレーションシステムに適用する。				
1.3　参照基準	ＪＩＳ　Ｓ　２０９２　家庭用ガス燃焼機器の構造通則 ＪＩＳ　Ｓ　２０９３　家庭用ガス燃焼機器の試験方法 ＪＩＳ　Ｓ　２１０９　家庭用ガス温水機器 ＪＩＳ　Ｓ　３２００－１　水道用器具－耐圧性能試験方法 －２　水道用器具－耐寒性能試験方法 －３　水道用器具－水撃限界性能試験方法 －４　水道用器具－逆流防止性能試験方法 －５　水道用器具－負圧破壊性能試験方法 －６　水道用器具－耐久性能試験方法 －７　水道用器具－浸出性能試験方法 ＪＩＳ　Ｃ　００１０　環境試験方法通則 ＪＩＳ　Ｃ　００３２　環境試験方法（電気・電子）機器用高温高湿（定常）試験方法 ＪＩＳ　Ｃ　１５０２　普通騒音計 ＪＩＳ　Ｃ　８７２０　小型シール鉛蓄電池 ＪＩＳ　Ｃ　８７０７　陰極吸収式シール形掘置鉛蓄電池 ＪＩＳ　Ｃ　８９６２　小出力太陽光発電用パワーコンディショナの試験方法 ＪＩＳ　Ｃ　８９８０　小出力太陽光発電用パワーコンディショナ ＪＩＳ　Ｃ　９２１９　貯湯式電気温水器 ＪＩＳ　Ｚ　１５２２　セロハン粘着テープ ＪＩＳ　Ｚ　２３７１　塩水噴霧試験方法 ＪＩＳ　Ｚ　８７０３　試験場所の標準状態 ＪＩＳ　Ｋ　０１０２　工場排水試験方法 ＪＩＳ　Ｋ　０１０３　排ガス中の硫黄酸化物分析方法 ＪＩＳ　Ｋ　０１０４　排ガス中の窒素酸化物分析方法 ＪＩＳ　Ｋ　０１５１　赤外線ガス分析計 ＪＩＳ　Ｋ　２３０１　燃料ガス及び天然ガスー分析・試験方法 ＪＩＳ　Ｂ　７９５２　大気中の二酸化硫黄自動計測器 ＪＩＳ　Ｂ　７９８２　排ガス中の窒素酸化物自動計測器 ＪＩＳ　Ｂ　７９８３　排ガス中の酸素自動計測器 ＪＩＳ　Ｂ　８００５　往復動内燃機関－空気音の測定－実用測定方法及び簡易測定方法 ＪＩＳ　Ｄ　１０３０　自動車―排ガス中の一酸化炭素、二酸化炭素、全炭化水素及び窒素酸化物の測定法 ＪＩＳ　（提案中）　住宅用システム電気系安全性設計標準 ＪＥＡＣ　５００２　燃料電池発電規程（社）日本電気協会 ＪＧＡ指－Ｃ０１－９０　発電用ガスエンジン安全技術指針（社）日本ガス協会 ＪＩＡ　Ｃ　０２２－９９　ガス温水機器検査規程 ＪＩＡ　Ｄ　０４４－９１ガスヒートポンプ冷暖房機器検査規程 ＪＩＡ　Ｆ　０１８－９７吸収式冷暖房用ガス熱源機検査規程 ＪＩＡ　(提案中)　　ガス燃焼機器の排ガス中の窒素酸化物濃度測定方法暫定規格 AMERICAN NATIONAL STANDARD“FUEL CELL POWER PLANTS”　ANSI　Z 21.83 1998 ＩＥＣ／ＴＣ１０５　ＷＧ＃２ＣＤ 労働安全衛生法 ＴＲ　Ｃ　０００３　りん酸形燃料電池の性能試験方法 ＴＲ　Ｃ　０００４　りん酸形燃料電池発電設備の環境・保安試験方法				

1.4　用語の定義			ＪＩＳC８８００		
1.5　構成・範囲					
1.6　基本的な考え方					
第2章　　燃料電池発電システムの材料及び構造 2.1　材料・構造 2.1.1　一般材料	材料は次による。 a)燃料電池発電システムに使用する材料は、使用条件での腐食に対し十分な耐性を有する材料またはコーティングを用いること。	火技省令３０条	ＪＩＳ Ｃ ８８０１ ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 3.2		
	b)ゴムやプラスチックなどの非金属性の材料は、短期間で劣化することのないよう使用条件に応じた材料を選択すること。				
	c)湿分の高い環境下で使用される金属は、鋳鉄やステンレス鋼等の耐腐食性のある材料を使用すること。尚、鋼鉄を使用する場合は、腐食に強いコーティングをすること。				
2.1.2　一般構造	構造は次による。 a)全ての部品は、再設置、歪み、その他のダメージにも耐性のある安全な構造とすること。		ＪＩＳ Ｃ ８８０１ ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 3.2		
	b)取外し可能なパネル、カバー等の部品は、間違った位置や入れ替えて取りつけることのできない設計とすること。				
	c)通常の使用時に触る可能性のある全ての部品は安全性を考慮し、鋭い突起物や角のない構造とすること。				
	d)定期的に保守・点検をする必要のある部品は全て容易にアクセスできる構成とすること。				
2.1.3　燃料改質装置	燃料改質装置は次による。 a)燃料改質装置は、想定される圧力、振動及び熱などにより生じる応力に十分耐える構造とすること。	火技省令３０条	ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 3.2		
	b)燃料改質装置は、想定される使用環境において耐腐食性を有すること。				
2.1.4　燃料電池セルスタック	燃料電池セルスタックは次による。 a)燃料電池セルスタックは、想定される圧力、振動及び熱などにより生じる応力に十分耐える構造とすること。		ＪＩＳ　Ｓ　２０９２　3.2		
	b)燃料電池セルスタックは、想定される使用環境において耐腐食性を有すること。				
	c)燃料電池セルスタックは、想定される使用環境において電気安全性を有すること。				
2.2　燃料電池発電システム内部の配管系の構造・材料 2.2.1 燃料・改質系配管	燃料ガス、改質ガス及び燃焼ガスの通る部分の配管系の構造及び材料は次による。 a)配管系の通路は気密性があり、通常の輸送、設置、使用などに際して気密性が損なわれない構造とすること。	火技省令３０条 火技省令３３条 火技解釈４８条	ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 3.1(5)(a)		
	b)配管系は過度の熱、又は腐食を受けるおそれがない箇所に設けるか、又は防護などの措置が施してあること	対象火気・・省令　第12条2 対象火気・・省令　第10条1	ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 3.1(5)(b)		
	c)結合部は、溶接、ねじ込み、ボルト・ナット、ねじなどによって確実に結合すること。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 3.1(5)(c)		
	d)配管系のシール部は、劣化を十分に考慮した構造及び材料とすること。				
	e)燃料配管は、直列に設けられた２個以上の自動弁を通過させること。自動弁は駆動源が喪失した場合閉じるタイプ(フェイルクローズ)とすること。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 3.6(2)		
	f)バーナ燃焼用空気を燃料と混合する場合、空気が燃料系配管に流入したり、燃料が空気供給部に流入するのを防止するための有効な手段を設けること。				
	g)燃焼ガスの通る部分の材料は、不燃性の耐食材料とすること。				
2.2.2　水・温水系配管	燃料電池発電システム内部の水・温水系配管の構造は次による。 a)水圧その他の荷重に対して充分な耐力を有し、かつ、水・温水が汚染され、又は漏れるおそれがない構造とすること。	火技省令３０条	ＪＩＳＳ２０９２		
	b)凍結、破壊、侵食等を防止するための適当な措置が講ぜられている構造とすること。				
	c)結合部は、溶接、ねじ込み、ボルト・ナット、ねじなどによって確実に結合すること。				
	d)配管系のシール部は、劣化を十分に考慮した構造及び材料とすること。				

2.3　バーナ及び点火バーナ	バーナ[注1]及び点火バーナ[注2]は次による。 a)かしめ部、溶接部、その他の箇所に使用上支障がある欠点がないこと。		ＪＩＳ　Ｓ　2092J 3.1、4.6 (1)		
	b)炎口は燃焼に影響を与える変形がないこと。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.6 (2)		
	c)所定の位置に安定して取り付けられ、ノズル、燃焼室、電気点火装置、安全装置などの関連する部分との関係位置が確実に保たれ、通常の使用状態で移動したり、外れたりしないこと。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　3.1 (6) (a)		
	d)機器の必要以外の部分を加熱・損傷させない位置に取り付けられていること。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　3.1 (6) (b)		
	e)逆火しないこと。 注１：”バーナ”とは、パイロットバーナがあるものはパイロットバーナ及びメーンバーナ、パイロットバーナがないものはメーンバーナをいう。また、”パイロットバーナ”とはメーンバーナへの着火用として少なくともメーンバーナが燃焼している間は同時に燃焼しているものを言う。 注２：”点火バーナ”とは、バーナに着火するときだけ、燃焼するものを言う。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　3.1 (6)		
2.3.1　点火動作（全般）	バーナ点火、燃焼については次による。 a)燃料ガス置換のため、点火を試みる前に各バーナハウジング内部を自動的に当該容量の最低 4 倍量の空気パージをすること。	対象火気・・省令　第 15 条1 対象火気・・省令　第 15 条2	ＪＩＳ　Ｓ　2092　3.1、4.13		
	b)パイロットバーナなど[注3]に点火されたことが、火炎監視装置により確認できること。 注３：”パイロットバーナなど”とは、パイロットバーナ又はパイロットバーナがないものはメーンバーナをいう。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　3.1 (7) ＪＩＳ　Ｓ　2092　3.1 (6)		
	c)火炎監視装置はパイロットバーナなどとの位置関係が通常の使用状態で変化することがないように保持されていること。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.13.1 (3)		
	d)一連の所定点火動作後に火炎監視装置により火炎の存在が検知できない場合は、パイロットバーナなどへの燃料の供給を自動遮断すること。その場合は、点火制御部はロックアウトの位置となり、手動での解除を必要とすること。		JIS Ｓ 2092　4.13.1 (1)、4.13.2		
	e)火炎監視装置が故障した場合には、燃料の供給を自動遮断すること。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.13.1 (2)		
2.3.2　放電火花を利用する点火	放電火花を利用して点火を行うものは次による。 a)電極部は常時黄炎が触れない位置とすること。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.10、1 (1)		
	b)電極は電極間隔が通常の使用状態で変化しないように固定すること。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.10、1 (2)		
	c)高圧配線の充電部と非充電金属部との間は、電極間隙以上の十分な空間距離が保たれているか、または、点火動作時に漏電することがない有効な電気絶縁措置を施すこと。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.10、1 (3)		
	d)通常の使用の際、手を触れるおそれがある高圧配線の部分には、有効な電気絶縁被覆を施すこと。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.10、1 (4)		
2.3.3　点火ヒータを使用する点火	点火ヒータを使用して点火を行うものは次による。 a)点火ヒータは取り付け位置が容易に変化しないように保持されていること。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.10、2 (1)		
	b)点火ヒータなどの消耗品は交換が容易であること。		ＪＩＳ　Ｓ　2092　4.10、2 (2)		
2.4　電気装置関連部品の構造 2.4.1　電子制御装置を使用する機器	電子制御装置を使用する機器は次による。 a)通常の使用状態において、電源回路が開から閉、待機の状態から運転の状態、生ガスの放出など機器が誤動作しないこと。		ＪＩＳ　Ｓ　２０９２　5(3)(a)		
	b)通常の使用状態において、制御回路の一部が短絡又は断線したとき、機器の異常加熱、生ガスの放出など安全性に支障がないこと。		ＪＩＳ　Ｓ　２０９２　5(3)(b)		
2.4.2　電動機を備えている機器	電動機を備えている機器は次による。 a)電動機が回転子の位置に関係なく始動すること。		ＪＩＳ　Ｓ　２０９２　5(4)(a)		
	b)支障無く運転が継続できること。		ＪＩＳ　Ｓ　２０９２　5(4)(b)		
	c)電源異常の場合でも、安全性に支障がないこと。				

2.4.3　電気装置	電気装置は次による。 a)電気装置、及び配線は熱的影響が少ない位置に設けること。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(6)		
	b)電気装置の作動は円滑かつ確実であること。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(7)		
2.4.4　電気配線	電気配線は次による。 a)通常の輸送、設置、使用などにおいて被覆の損傷などが生じないこと。	電技省令５～７条	ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(11) ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(11)(a)		
	b)配線に使用する導線はできるだけ短く配線し、必要な箇所には、絶縁、防熱保護、固定などの処置が施されていること。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(11)(b)		
	c)配線に２Ｎの力を加えた場合に高温部に接触するおそれのあるものは、接触したとき異常を生じるおそれがないこと。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(11)(c)		
	d)配線に２Ｎの力を加えた時に可動部に接触するおそれがないこと。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(11)(d)		
	e)被覆がある電線を固定する場合、貫通孔を通す場合、又は２Ｎの力を加えたときに他の部分に接触する場合は被覆を損傷しないこと。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(11)(e)		
	f)接続器によって接続したものは５Ｎの力を接続した部分に加えたとき外れないこと。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(11)(f)		
	g)リード線・端子等が手直し無しで取替えることが出来る場合、それらを取付け間違った場合に、装置が動作しないか、異常なく作動するものとすること。				
	h)電機機器のリード線、端子等は次の場合を除き、数字、文字、記号、色等で識別可能なものとすること。 1)誤接続を防止する、物理的形状となっている場合。 2)リード線又は端子が２つしかなくその２つを交換しても機器の運転に影響のない場合。				
2.4.5　充電部	充電部は次による。 a)充電部は、試験指が充電部に接触しないこと。ただし、次に示す充電部にあってはこの限りでない。 1)取り付けた状態で容易に人に触れるおそれがない取付け面の充電部。 2)構造上、充電部を露出することがやむを得ない機器の充電部で、絶縁変圧器に接続された２次側の回路の対地電圧並びに線間電圧が交流の場合は 30V 以下、直流の場合 45V 以下のもの、及び１kΩの抵抗を対地間及び線間に接続した場合に、その抵抗に流れる電流が商用周波数以上の周波数において感電の危険を生じるおそれがない場合を除き、１mA 以下のもの。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(12)		
2.4.6　接地用端子	接地用端子は次による。 a)接地用端子は接地線を容易に、かつ確実に取り付けることができ、接地用端子ねじの呼び径は 4mm 以上（押し締めねじ型のものにあっては、3.5mm 以上）であること。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(13) (ＪＩＳ Ｃ ８８０１)		
2.4.7　接地用口出し線	接地用口出し線は次のいずれかによる。 a)直径が 1.6mm の軟銅線、又はこれと同等以上の強さ及び太さを持ち容易に腐食しにくい金属線。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(13) ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(13.2)(a)		
	b)公称断面積が 1.25mm^2 以上の単芯コード又は単芯キャブタイヤケーブル。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(13.2)(b)		
	c)公称断面積が 0.75mm^2 以上の２芯コードであって、その２本の導体を両端でよりあわせ、かつ、ろう付け又は圧着したもの。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(13.2)(c)		
	d)公称断面積が 0.75mm^2 以上の多芯コード（より合わせコードを除く）又は多芯キャブタイヤケーブルの線芯の一つ。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(13.2)(d)		
2.4.8　空気及び流体の移動に供する機器	空気及び流体の移動に供する機器は次による。 a)ファン,ターボチャージャ,ブロワは用途に適したものを選定し,容易に点検できる様にすること。				
	b)ベアリングは通常運転での運用温度域に適合したものとすること。また,永久潤滑タイプでない場合は,油脂供給の手段を設けること。				
2.4.9　電気部品及び付属品	電気部品及び付属品は次による。 a)電気部品及び付属品の定格電圧、定格電流及び許容電流はこれらに加わる最大電圧、又はこれらに流れる最大電流以上であること。		ＪＩＳ Ｓ ２０９２ 5(14)		

2.5　燃料電池発電システム内部のガス置換・漏洩	燃料電池発電システム内部（パッケージ内部）のガス置換・漏洩に対する構造対応は次による。 a)燃料ガス及び改質ガスを通ずる部分は、不活性ガス等で燃料ガス及び改質ガスを安全に置換きる構造とする。ただし他の方法により安全性が確保される場合はこの限りではない。	火技省令３５条 火技省令３３条 火技解釈４８条			
	b)燃料電池発電システムは、パッケージ内部に可燃性ガスが滞留しない構造とする。	電技解釈４５条			
	c)燃料電池発電システムは、漏洩したガスが電力変換系設備に流入しない構造とする。				
2.6　燃料電池発電システムと配管系との取合い **2.6.1　燃料電池発電システムと原燃料配管との取合い**	燃料電池発電システムと原燃料配管との取合いは次による。 a)配管は、使用目的および使用箇所に適切な口径とすること。	火技省令３０条 火技省令３３条			
	b)接続口は、原則外部に露出しているか、又は外部から容易に目視できる位置にあること。	火技省令３２条			
	c)配管は、補機の振動、自重、内圧力、地震荷重及び熱荷重等により生じる諸応力に十分耐え、かつ、適切な箇所を支持材により支持すること。	対象火気･･省令　第12条2			
	d)配管には耐久性を考慮した材料を使用すること。				
	e)配管は、機能及びデザインを考慮し、かつ保守管理し易いものとすること。				
	f)配管は、気密試験ができる構造とすること。				
	g)配管系統附属機器（安全遮断弁、燃料圧力調整器、圧力スイッチ、燃料昇圧機並びにその他の弁及びコックをいう。）は、以下の事項を満足すること。 1)燃料の種類、燃料供給圧力条件に最適なものであること。 2)機器の外部に対し、所定の方法により燃料の漏れのないことを確認したものであること。 3)安全上及び性能上、信頼性のあるものであること。 4)温度、振動、風雨及び設置場所等の環境条件が配慮されていること。 5)保守点検及び取替え等が容易に行えるよう配列され、組立てられていること。				
2.6.1　排気ガス温度	排気ガス温度は次による。 a)燃料電池発電システムからの排気ガス温度は、常に260℃以下に維持されていること。		ＪＩＳ　Ｓ　２１０９		
第3章　排熱回収装置及び貯湯槽 **3.1　水配管系**	a)給水装置の構造及び材質は次による。 1)配水管への取付口の位置は、他の給水装置の取付口から三十センチメートル以上離れていること。 2)配水管への取付口における給水管の口径は、当該給水装置による水の使用量に比し、著しく過大でないこと。 3)配水管の水圧に影響を及ぼすおそれのあるポンプに直接連絡されていないこと。 4)水圧、その他の荷重に対して充分な耐力を有し、かつ、水が汚染され、又は漏れるおそれがないものであること。 5)凍結、破壊、侵食等を防止するための適当な措置が講ぜられていること。 6)当該給水装置以外の水管その他の設備に直接連結されていないこと。 7)水槽、プール、流しその他水を入れ、又は受ける器具、施設等に給水する給水装置にあつては、水の逆流を防止するための適当な措置が講ぜられていること。	水道法施行第四条　法第十六条の規定			
	b)前項各号に規定する基準を適用するについての必要な技術的細目は、厚生労働省令で定める。 給水装置の構造及び材質の基準に関する省令（厚生省令第十四号）および給水装置の構造及び材質の基準に関わる試験（厚生省告示第百十一号）に適合すること。 燃料電池の給水装置に関して適合すべき給水装置の構造及び材質の基準項目を下記に示す。 （詳細内容は厚生省令第十四号及び厚生省告示第百十一号を参照のこと） ・耐圧に関する基準 ・水撃限界に関する基準 ・逆流防止に関する基準 ・耐寒に関する基準 ・耐久に関する基準 ・負圧破壊に関する基準 ・　浸出性能に関する基準	厚生省令第十四号及び厚生省告示第百十一号	*試験法* *ＪＩＳ　Ｓ　３２００* *－1，2，3，4，5，6，7*		

3.2　排熱回収装置	a）熱媒体系統において、構造的に空気が抜けにくい箇所には気抜き機能を設けることとする。				
	b）飲料用温水を製造する場合、熱交換器は２重隔壁構造で水と発電システム側が隔離され、隔壁間は大気開放されていることとする。なお、発電システム側に毒性のない媒体を用いる場合および熱源媒体の圧力が飲料用温水系統より低い場合はこの限りではない。				ＡＮＳＩ Ｚ２１．８３
	c）次の条件のいずれかを満たさない熱交換器は、労働安全衛生法（1998年12月公布「労安法施行令の一部改正する政令並びにボイラー及び圧力及び圧力容器安全規則の一部を改正する省令」）で規定されるボイラー等に規定されるため、使用条件，材料，構造並びに試験方法は同法規に基づくこと。 1)ゲージ圧力0.1MPa以下で使用する蒸気ボイラーで、伝熱面積が0.5m2以下のもの又は胴の内径が200mm以下で、かつ、その長さが400mm以下のもの。 2）ゲージ圧力0.3MPa以下で使用する蒸気ボイラーで、内容積が0.003m3以下のもの。 3）伝熱面積が2m2以下の蒸気ボイラーで、大気に開放した内径が25mm以上の蒸気管を取り付けたもの又はゲージ圧力0.05MPa以下で、かつ内径が25mm以上のU形立管を蒸気部に取り付けたもの。 4）ゲージ圧力0.1MPa以下の温水ボイラーで、伝熱面積が4m2以下のもの。 5）ゲージ圧力1MPa以下で使用する貫流ボイラーで、伝熱面積が5m2以下のもの。 6）内容積が 0.004m3 以下の貫流ボイラーで、その使用する最高のゲージ圧力を MPa で表した数値と内容積を m3 で表した数値との積が 0.02 以下のもの。	労安法施行令の一部改正する政令並びにボイラー及び圧力及び圧力容器安全規則の一部を改正する省令			
3.3　貯湯槽	現状ではガス追い焚き器と貯湯槽の形態が定まっていない。①追い焚き器と貯湯槽が一体となった追い焚き機能付貯湯槽（貯湯給湯器）、②追い焚き器と貯湯槽が分離した追い焚き機能付貯湯槽、③追い焚き器と貯湯槽がそれぞれ独立して設置されたもの等が考えられる。3.3.1 では、①について記述する。				
3.3.1　ガス追い焚き器付き貯湯槽	貯湯槽に追い焚き用として使用するガス追い焚き器は、JIS　S　2109：1997　家庭用ガス温水機器　に準拠する。		JIS S 2109		
3.3.2　電気追い焚き器付き貯湯槽	a)貯湯槽は，1998年12月公布「労安法施行令の一部改正する政令並びにボイラー及び圧力及び圧力容器安全規則の一部を改正する省令」に応じた労働安全衛生法および小型ボイラー及び小型圧力容器構造規格に準じた構成とする．但し，ヒータ機能の無いものついては，この限りではない．また，水頭圧１０ｍを超えるものついては，同法37条以下を遵守する。	労安法施行令の一部改正する政令並びにボイラー及び圧力及び圧力容器安全規則の一部を改正する省令			
	b)給水装置の構造及び材質の基準並びに試験方法については，JIS S 3200 に準拠するものとする。		JIS S 3200		
	c)押し上げ式で、最高使用圧力100kPa以下で，定格消費電力10kW以下，家庭用の押上式貯湯式電気温水器は，JIS　C 9219-1993に基づいた構造ならびに試験方法に準じたものとする。		JIS C 9219		
	d)押し上げ式で、最高使用圧力100kPaG以下で、電気出力が80kWの貯湯槽は、次の構造とする（簡易ボイラ規格）。 ・最高圧力に達すると直ちに作用する逃し弁、または逃し管を備えること。 ・200kPaで水圧試験を行って異常のないものであること。 ・JIS C 9219 に準拠することが望ましい。		JIS C 9219		
	e)押し上げ式で、最高使用圧力100kPaG超200kPaG以下で、電気出力が40kWの貯湯槽は、次の構造とする（小型ボイラ規格）。 労働安全衛生法で定義される「小型ボイラ」としての構造規格に従うこと。 ・JIS C　9219 に準拠することが望ましい。		JIS C 9219		
	f)押し上げ式でない貯湯槽については、JIS C 9219に準拠することが望ましい。		JIS C 9219		
	g)密閉型電気温水器については，電気用品安全法に準拠するものとする。	電気用品安全法			
第 4 章　設置 4.1　燃料電池発電システムの設置	固体高分子形燃料電池発電システムを据付・設置する場合，以下の項目を遵守する。				

4.1.1　設置場所	**設置場所は以下の内容に準拠する。** **a)燃料電池発電システムは，容易に移動・転倒・脱落しないよう，十分堅固に設置・固定する。また必要に応じ地震に対する処置を施す。**		**JISC8801 りん酸形燃料電池システム通則** **８．３**		
	b)施工・保守ならびに局部的な温度上昇防止のため，周囲に必要なスペースを設ける。	*火災予防条例*			
	c)屋外に設置する場合は、排出された排気ガスが滞留しないように設置すること。	*火技省令 77 条、*		*第 1-11 条 燃料ガス漏洩に対する安全対策*	
	d)屋内又は半屋内に設置する場合は、酸欠と異常燃焼を防ぐために給排気が十分に確保できるように設置すること。	*火技省令 77 条、*		*第 1-11 条 燃料ガス漏洩に対する安全対策*	
4.1.2　電気工事	**電気工事は，電気工事士法に基づき規定の電線を用いて規定の配線をする。**		*９．１ ａ）*		
4.1.3　配管工事	**燃料ガス及び水の配管工事は、配管材料，配管工事，配管付属品の取付けなどそれぞれの規定に従って配管工事をする。**		*９．１ ａ）-ｃ）*		
4.2 電力変換装置の設置	**a)インバータ，絶縁変圧器，系統連系保護装置など電力変換装置部を構成する機器は，点検が容易な場所に設置する。**				**ＪＩＳ 草案** **住宅用システム電気系安全性設計標準** **６．３ ａ）**
	b)電力変換装置は地震などの振動によって容易に移動転倒脱落しないよう，十分堅固に設置・固定する。				**６．３ ｂ）**
	c)施工・保守のため周囲に必要なスペースを設ける。				**６．３ ｃ）**
	d)局部的に装置温度の上昇等が起こらないように配置・設置する。				-
	e)塵挨の多い場所，結露のおそれがある場所及び腐食性ガス雰囲気中などへの設置は避ける。また,屋外への設置においては，雨水の侵入を防ぐ構造の外箱に収めるなど十分な防水処置を施す。				**６．３ ｄ）**
4.3　蓄電池装置の設置	**蓄電池を設ける場合は、以下の項目に準拠すること。** **a)蓄電池は直射日光があたらない低温な場所に設置する。**				**６．５ ａ）**
	b)蓄電池は結露しにくく，また，塵埃の少ない場所に設置する。				**６．５ ｂ）**
	c)蓄電池の収納場所は，屋外に通じる有効な換気を確保する。				**６．５ ｃ）**
	d)蓄電池は，その質量に十分耐えられる場所に設置し，地震などの振動によって容易に移動，転倒・脱落しない構造とする。				**６．５ ｄ）**
4.4　保守点検用の開閉器の設置	**a)固体高分子形燃料電池発電システムを系統と接続する交流側電路には，システムの保守・点検用に専用の開閉器を設置する。**				**６．４ ａ）**
4.5　引渡し検査	**固体高分子形燃料電池発電システム、貯湯システム等の据付・設置工事が全て終了した後、全体システムにおける総合発電試験を含む引渡し検査を行う。検査は設置者(使用者)立会いのもとに実施するのが望ましい。主要な検査項目としては次のものがあり必要に応じて行う。** **a)外観検査：燃料電池発電システム・貯湯システム等の据付状態、電気配線、ガス配管、水道配管など。**		*JISC8801 りん酸形燃料電池システム通則* *１４．２．２*	*第 5-3 条 構造および外観検査*	
	b)接地検査：接地極と機器間の導通確認。		*１４．２．２ ｂ） １）*	*第 5-9 条 接地抵抗の測定方法* *第 5-10 接地地抵抗値*	
	c)絶縁抵抗検査：低圧電路の絶縁抵抗を測定し基準に適合していることの確認。		*１４．２．２ ｃ） 1）*	*第 5-11 条 絶縁抵抗の測定方法* *第 5-12 条 絶縁抵抗値*	
	d)発電運転検査：運転スイッチを押して発電すること及び定格出力の確認、停止スイッチを押して停止することの確認。				
	e)操作方法及び注意事項の説明：取扱説明書に従った説明。				

	f)書類による検査結果の確認：事前に工事業者等によって検査されたもの。 保護装置動作試験結果：保護装置作動時の停止動作、系統停電時の出力停止時間など。 総合気密試験結果：燃料系、水系。			*第 5-6 条 気密試験* *第 5-15 条 保護(警報)装置試験* *第 5-18 条 総合インターロック試験*	
第５章　電力系および絶縁性能 **5.1　固体高分子形燃料電池発電システムの電気的構成** **5.1.1　電気的構成**	電力変換装置の電気的構成は、JIS C 8980に準じる。		JIS C 8980		
5.1.2　運転の方式	固体高分子形燃料電池発電システムの運転方式は，以下のように分類する。 a)系統連系運転（商用電力系統に並列した状態での運転）				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.3.1
	b)自立運転（商用電力系統から解列された状態で、自立して運転する状態）				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.3.2
	c)独立運転（系統連系機能をもたず、商用電力系統及び他の発電設備から独立して運転している状態）				
5.1.3　入出力電気回路方式	固体高分子形燃料電池発電システムの電気回路方式は，以下のように分類する。 a)電力変換装置の出力制御方式による分類 1)電圧制御型 2)電流制御型				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.4.1
	b)絶縁方式による分類 1)低周波絶縁方式 2)高周波絶縁方式 3)トランスレス方式				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.4.2
5.2　入出力定格事項 **5.2.1　電力変換装置の入力電圧**	a)電力変換装置は所定の入力運転電圧範囲で出力電圧，周波数などの定格諸量を満足し，安定に運転できること。				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.5.2a)
	b)電力変換装置は，所定の入力電圧の範囲で異常な動作や故障がないこと。				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.5.2b)
5.2.2　電力変換装置の出力容量	a)系統連系時においては，原則として燃料電池発電システムの運転状態から想定される最大出力電力を変換できる電力変換装置を選定する。				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.5.3a)
	b)自立運転時においては，必要とする全負荷容量に対し十分余裕のある自立運転容量をもつ電力変換装置を選定する。				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.5.3b)
	c)出力電気方式は単相 2 線式，単相 3 線式，三相 3 線式を標準とする。				住宅用システム電気系安全性設計標準 4.5.3c)
5.3　電力変換装置	固体高分子形燃料電池発電システムに用いる電力変換装置はJIS　C　8980に準じた性能を有すること。		JIS C 8980		
5.4　絶縁性能 **5.4.1　絶縁抵**	a)燃料電池発電システムが接続される低圧の電路の電線相互間及び電路と大地との間の絶縁抵抗は、開閉器又は遮断器で区切ることのできる電路ごとに、表5.4-1の値以上とする。 表5.4-1　低圧の電路の絶縁抵抗値 電路の使用電圧の区分 絶縁抵抗値 300Ｖ　以下 対地電圧（接地式電路においては電線と大地との間の電圧、非接地式電路においては電線	電技省令　58 条	JIS C 8801 13.2a)	第 3-1 条	

	間の電圧をいう。）が 150Ｖ以下の場合 0.1MΩ その他の場合 0.2MΩ 300Ｖを超えるもの 0.4MΩ なお、使用電圧が低圧の電路であって、絶縁抵抗測定が困難な場合には、上記表の左欄に掲げる電路の使用電圧区分に応じ、それぞれ漏洩電流を１mA以下に保つこと。				
5.4.2　絶縁耐力	a)固体高分子形燃料電池発電システムの電力変換装置または系統と接続される低圧の電路は、以下に定める1)または2)の条件で絶縁耐力を試験したとき，これに耐えなければならない。 1)最大使用電圧の1.5倍の電圧（直流の充電部分については最大使用電圧の1.5倍の直流電圧又は1倍の交流電圧）、ただし500Ｖ未満となる場合は500Ｖを充電部分と大地との間に連続して10分間加えたとき。 2)定格電圧が150Ｖ以下のものにあっては対地1000Ｖ，定格電圧が150Ｖを超えるものにあっては対地 1500Ｖの交流電圧を１分間連続して加えたとき。	電技解釈 18 条	JIS C 8801 13.2b)2) JIS C 8962 8.2	第 3-3 条	^\9fbv
	b)燃料電池セルスタックは，システムに設置された状態で以下に定める1)または2)の条件で絶縁耐力を試験したとき，これに耐えなければならない。 1)最大使用電圧の1.5倍の直流電圧又は1倍の交流電圧（500V未満となる場合は500V）を充電部分と大地との間に連続して10分間加えたとき。 2)定格電圧が 150Ｖ以下のものにあっては対地 1000Ｖ，定格電圧が 150Ｖを超えるものにあっては対地 1500Ｖの交流電圧を１分間連続して加えたとき。	*電気用品技術基準別表第八* 電技解釈　16 条	JIS C 8801 13.2b)1)	第 3-2 条	
5.4.3　感電防止	a)固体高分子形燃料電池発電システムの電路において，差込接続器（防水コネクタ），及びその他接続部は充電部が露出していないこと。	*電技省令　23 条*			住宅用システム電気系安全性設計標準 5.3a)
	b)人が触れるおそれがある場所に設置する中継端子箱などの機器にあっては，外箱が施錠できるなど，不要な操作が行なわれにくい構造とすること。				住宅用システム電気系安全性設計標準 5.3b)
5.4.4　接地	a)燃料電池発電システムの電路に施設する機械器具の鉄台及び金属製外箱は，接地工事を施すこと。		*JIS C 8801 8.1f)*		住宅用システム電気系安全性設計標準 5.5.2
5.5　電気配線 5.5.1　共通事項	a)電気回結の充電部は露出しないように施設する。	*電技省令　20 条*	*JIS C 8801 8.1a)*		住宅用システム電気系安全性設計標準 7.1a)
	b)直流幹線部分は，回路の短絡電流に耐える電流容量の電線を使用する。	*電技省令　57 条*			住宅用システム電気系安全性設計標準 7.1d)
	c)燃料電池セルスタック，開閉器，電力変換装置，蓄電池などの機器に電線を接続する場合は，ねじ止めその他これと同等以上の効力のある方法によって，堅牢に，かつ，電気的に完全に接続する。	*電技解釈 29 条* *電気用品技術基準別表第八*			住宅用システム電気系安全性設計標準 7.1e)
	d)接続点には張力が加わらないように施設する。				住宅用システム電気系安全性設計標準 7.1f)
	e)機器を外箱に収納する場合は，機器の温度が許容範囲を超えない構造とする。				住宅用システム電気系安全性設計標準 7.1g)
	f)接地工事の種類は300V以下の低圧電路ではD種接地工事（接地抵抗100Ω以下），300Vを超える低圧電路ではC種接地工事（接地抵抗10Ω以下）とする。 」				住宅用システム電気系安全性設計標準 7.1j)

5.5.2　個別配線の留意点	a)燃料電池セルスタックから電力変換装置 1)メタルラス張り・ワイヤラス張り又は金属板張りの木造造営物に，合成樹脂管・金属管・可とう電線管・ケーブルなどによって配線を施設する場合は，これらを電気的に接続しないように施設する。 2)屋内配線は弱電流電線，又は水道管・ガス管，若しくはこれらに類するものと接触しないように施設する。	*電気用品技術基準別表第八*			住宅用システム電気系安全性設計標準 7.2.2a)，b)
	b)電力変換装置から分電盤 1)電力変換装置から分電盤の間は，電力変換装置の最大定格電流に対し十分余裕のある電流容量で，かつ，使用環境に耐えるケーブルを用いて配線する。 2)固体高分子形燃料電池発電システムの電力変換装置の出力方式には，単相 2 線式（100V，200V），単相 3 線式（200V）などの場合があるので接続時に注意する。				住宅用システム電気系安全性設計標準 7.2.3a)，b
第 6 章　安全装置（保護） 6.1　安全装置の目的	燃料電池発電システムでは，運転状態が確認可能な表示を設けるとともに，運転継続に支障が発生した場合に，自動的にシステムを安全に停止させる保護機能を設けなければならない。これらの安全装置は，制御形態が全自動，半自動，手動のいかなる場合であっても，また，燃料電池発電システムの起動時・発電時・停止動作時のいずれにおいても機能しなければならない。	*火技省令 34 条*	ＪＩＳ　Ｃ　８８０１　12		
6.2　電力系の保護 6.2.1　地路・短絡事故等からの保護	a)燃料電池セルスタック側の電路が地絡した場合に，これを検出し事故部分を分離，あるいは連系を解列するなどの保護機能を備えていること。ただし，回路構成上，燃料電池セルスタックの電路が接地されており，適切な保護がなされている場合はこの限りではない。	*火技省令 34 条* *電技省令 44 条*	ＪＩＳ　Ｃ　８８０１　12		
	b)蓄電装置を有するシステムにおいては，直流回路を保護するヒューズ，配線用遮断器などを備えていること。				
	c)系統連系運転及び自立運転時の負荷短絡に対しては，燃料電池発電システムを安全に停止又は保護する機能を備えていること。				
	d)燃料電池セルスタックには，外部機器から電流が流入しないようにする.				
6.2.2　漏電遮断器	電路に地絡が生じた場合に，安全に電路を遮断するため，燃料電池発電システムを接続する低圧幹線，又はそのシステムの専用分岐点に漏電遮断器を備えていること。また，この漏電遮断器は，二次側から（燃料電池発電システム側から）の充電によっても機能の低下，機器の損傷などを生じないものを使用する。	*電技省令 15 条*	ＪＩＳ　Ｃ　８８０１　12		
6.2.3　受電点の遮断器	単相 3 線式の電気方式で，中性線に最大電流が流れる可能性がある場合は，3 極に過電流引き外し素子を有する遮断器を受電点に備えていること。	*系統連系ガイドライン第 2 章第 1 節 1.(3)*			
6.3　運転状態表示	燃料電池発電システムには，運転状態が分かるような表示を設けなければならない。		ＪＩＳ　Ｓ　2092 7.2．1		
6.4　安全装置	燃料電池発電システムには，次の各号に掲げる場合に自動的に停止する機能を設けなければならない。 a)燃料・改質系統内の原燃料ガス又は改質ガスの圧力又は温度が運転規定値を超えた場合	*火技省令 34 条* *火技省令 33 条* *電技省令 44 条*	ＪＩＳ　Ｃ　８８０１　12		
	b)改質器のバーナの火が消えた場合				
	c)改質ガスの漏洩を検知した場合				
	d)制御装置に異常が生じた場合				
	e)制御電源電圧が著しく低下した場合				
	f)燃料電池セルスタックの発生電圧に異常が生じた場合				
	g)燃料電池セルスタックの温度が著しく上昇した場合				
	h)パッケージ内の温度が著しく上昇した場合				
第 7 章　保守･点検 7.1　保守･点検の種類	固体高分子形燃料電池発電システムが正常な機能を維持するように、日常点検と定期保守・点検を行う。目視による日常点検は設置者（使用者）が行い、設備の保安、性能が維持されていることを確認する。定期保守・点検はメーカー等（サービス会社を含める）が行い、各種の技術基準に遵守できているかどうかを確認する。日常点検は設置者（使用者）が実施し、定期保守・点検はメーカー等（サービス会社を含める）に依頼してメーカーが推奨する期間ごとに実施することとするが、代替可能な項目はリモートメンテナンスで対応しても良い。				*JIS（提案中）住宅ｼｽﾃﾑ電気系安全性設計標準9. 保守点検* *小出力太陽光発電ｼｽ*

					ﾃﾑの保守・点検ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ（社）日本電機工業会 2. 基本的な考え方，3. 点検の種類と内容 *JGA 指-C01-90 発電用ｶﾞｽｴﾝｼﾞﾝ安全技術指針（社）日本ｶﾞｽ協会 第 7 章保守管理，第 8 章ｶﾞｽ事業者の役割*
7.2 保守･点検項目 **7.2.1 日常点検**	**日常点検は目視点検により行い、推奨される点検項目の内容は表 7.2-1 のとおりである。異常があれば、メーカー等（サービス会社を含める）に相談する。** **表 7.2-1 固体高分子形燃料電池発電システムの日常点検（例）** **点 検 項 目** **目 視 点 検 （他）** **全体システム** **・腐食、機械的損傷及び液体の漏洩の有無** **・運転中における異常音、異臭、振動、発熱、発煙などの異常の有無** **・正常に発電しているか、運転状態表示により確認** **電気系** **・外部配線の損傷の有無** **ガス配管系** **・腐食、機械的損傷及び臭気の有無** **・運転中における異常音、振動などの異常の有無**				*JIS（提案中）住宅ｼｽﾃﾑ電気系安全性設計標準* *9. 保守点検* *小出力太陽光発電ｼｽﾃﾑの保守・点検ガイドライン（社）日本電機工業会 2. 基本的な考え方，3. 点検の種類と内容* *JGA 指-C01-90 発電用ｶﾞｽｴﾝｼﾞﾝ安全技術指針（社）日本ｶﾞｽ協会 参考-2 発電用ｶﾞｽｴﾝｼﾞﾝ点検要領例*

7.2.2　定期保守・点検	**定期保守・点検は目視点検と測定・試験により行い、推奨される点検項目の内容は表7.2-2のとおりである。** **表 7.2-2　　固体高分子形燃料電池発電システムの定期保守・点検（例）** **点　検　項　目** **目　視　点　検　（他）** **測　定　・　試　験** **全体システム** **・腐食、機械的損傷及び液体の漏洩の有無** **・運転中における異常音、異臭、振動、発熱、発煙などの異常の有無** **・正常に発電しているか、運転状態表示により確認** **電気系** **・外部配線の損傷の有無** **・接地線の導通確認** **ガス配管系** **・腐食、機械的損傷及び臭気の有無** **・運転中における異常音、振動などの異常の有無** **・必要に応じて漏洩の有無** **（漏洩検出器、石けん水テスト、ゲージテストなど）** **その他** **・メーカー等が定める周期及び方法で部品を交換する**				*JIS（提案中）住宅ｼｽﾃﾑ電気系安全性設計標準* *9. 保守点検* *小出力太陽光発電ｼｽﾃﾑの保守・点検ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ（社）日本電機工業会 2. 基本的な考え方，3. 点検の種類と内容* *JGA 指-C01-90 発電用ｶﾞｽｴﾝｼﾞﾝ安全技術指針（社）日本ガス協会 参考-2 発電用ｶﾞｽｴﾝｼﾞﾝ点検要領例*
第8章　表示及び取扱説明書 **8.1　表示** **8.1.1　製品表示**	**固体高分子形燃料電池発電システムの製品表示は、装置の見やすいところに容易に消えない方法で次の項目を表示しなければならない。** **[銘板への表示項目]** **a)名称　（凡例：燃料電池発電装置）**		**JIS　S２０９２　7.1**		**ＪＩＳ　Ｃ　８８０１** **JIS（提案中）住宅ｼｽﾃﾑ電気系安全性設計標準** **小出力太陽光発電ｼｽﾃﾑの保守・点検ガイドライン（社）日本電機工業会** **JGA 指-C01-90 発電用ガスエンジン安全技術指針（社）日本ガス協会**

	b)種類　（凡例：固体高分子形、常圧式）				
	c)形式　（凡例：ＰＦＣ１０００Ａ）				
	d)原燃料の種類　（凡例：都市ガス１３Ａ）				
	e)原燃料消費量　（kW）				
	f)原燃料供給圧力（ガスの場合のみ）　（ｋPa）				
	g)定格出力（kW）				
	h)定格電圧　(V)　（発電定格電圧のこと）				
	i)相数　（発電相数のこと）				
	j)周波数　(Hz)　（発電周波数のこと）				
	k)設置条件				
	l)質量　(kg)				
	m)製造番号				
	n)製造年月　　(凡例：2003 年 3 月)				
	o)製造業者				
8.1.2　操作表示	起動・停止等の操作が容易に判断できるように、装置の見易い個所に容易に消えない方法で、その使用及び操作方法を、簡潔明瞭に表示しなければならない。		JIS　Ｓ２０９２　7.2.1		
8.1.3　取扱注意表示	装置には次の事項を表示しなければならない。 a)取扱説明書に従って使用する旨の注意		JIS　Ｓ２０９２　7.2.2		
	b)装置に表示されている燃料以外のものを使用しない旨の注意 c)排気に関する事項				
	d)点検、清掃に関する事項				
	e)可燃物からの隔離距離				
8.1.4　部品交換時期の表示	定期的に交換及び清掃を必要とする部品がある場合は、取扱説明書に交換時期と交換方法を表示する。		不明		
8.2　取扱説明書	装置には、次の事項を記載し、安全に留意した取扱説明書等を、添付しなければならない。 a)装置の取り扱いにあたって、特に注意すべき事 1)使用燃料（ガス）に関する注意 2)使用場所、位置についての注意及び防火上の注意 3)使用上の注意		JIS　Ｓ２０９２　8.		
	b)装置設置の要領等に関する事項 1)燃料の接続と、その要領及び注意 2)部品の組み立て、取付け等を必要とするものは、その要領及び注意 3)防熱板を使用するものにおいては、その設置要領及び注意 4)家庭用電源を使用するものは、電源接続等の要領及び注意 5)排気に関する注意及びその設置上の注意				
	c)装置の使用方法に関する事項				
	d)日常点検、清掃及び部品交換に関する事項				
	e)長期停止時の処置方法に関する事項				
	f)簡単な故障や異常の際の見分け方及びその処置方法に関する事項				
	g)地震等の災害発生時の処置方法に関する事項				
	f)故障や修理等の連絡先に関する事項				
	g)機器の仕様に関する事項				

項目					ミレニアム事業の関連実施項目		参照した規格等		他の器具との比較		
									ガス温水機器	燃料電池	発電機
									ガス温水機器検査規定(JIA C 002-99)	燃料電池発電規定(JEAC 5002)	系統連系　ガイドライン
第９章　試験及び検査	9.1	試験及び検査に関する条件	9.1.1	試験条件			試験室の条件(下表)				
							JIS S 2093	家庭用ガス燃焼機器の試験方法	2. 材料　　3. 性能	第５章試験および検査	
			9.1.2	試験ガス							
			9.1.3	試験用計測器及び試験装置							
	9.2	燃料消費量試験			基本性能		JIS S 2093	家庭用ガス燃焼機器の試験方法			
	9.3	燃料、ガス通路の気密試験					JIA C 002-99 JIA D 044-91 火技解釈第 46 条 TC105 WG#2 CD	ガス温水機器検査規程 ガスヒートポンプ冷暖房機検査規程 燃料電池設備の気密試験 モジュールの気密試験			
	9.4	燃焼試験	9.4.1	無風状態	耐環境性試験		JIA C 002-99 JIS B 8627-1 JIS S 3031	ガス温水機器検査規程 ガスヒートポンプ冷暖房機 石油燃焼機器の試験方法通則			
			9.4.2	有風状態							
			9.4.3	散水状態							
	9.5	温度上昇試験	9.5.1	燃料電池システムの温度上昇試験	設置離隔距離検討	設置離隔距離検討のための温度上昇試験を実施し、規制緩和を目指す。	JIS S 2093 JIS S 2109	家庭用ガス燃焼機器の試験方法 家庭用ガス温水機器			
			9.5.2	機能部品の耐熱性試験							
	9.6	電気点火性能試験	9.6.1	無風状態	耐環境性試験		JIA C 002-99 JIA F 018-97 JIS B 8627-1	ガス温水機器検査規程 吸収式冷暖房用ガス熱源機検査規程 ガスヒートポンプ冷暖房機			
			9.6.2	有風状態							
			9.6.3	散水状態							
	9.17	安全装置確認試験			外部/内部異常試験		ＪEAC　５００２ JIS B 8627 JIA D 004	燃料電池発電規程 ガスヒートポンプ冷暖房機一般要求事項			
	9.19	構造試験			耐環境性試験		JIS S 2092 JIS S 2093	家庭用ガス燃焼機器の構造通則 家庭用ガス燃焼機器の試験方法			
	9.23	材料試験	9.23.1	耐熱性試験	耐環境性試験		JIS S 2093	家庭用ガス燃焼機器の試験方法			
			9.23.2	耐食性試験			JIS Z 2371	塩水噴霧試験方法			
			9.23.3	耐ガス性試験			JIS Z 1522	セロハン粘着テープによる剥離試験			
			9.23.4	導電材料試験							
			9.23.5	断熱材料試験							
	9.18	電気関係試験	9.18.1	絶縁抵抗試験	電気安全試験		JEAC 5002 JIS C 8801 JIS C 0704 JIS C 8990 JIS C 0010 JIS C 1302（絶縁抵抗計）	燃料電池発電規程 電気用品の技術基準別表第八附表第三			
			9.18.2	絶縁耐力確認試験							
			9.18.3	接地抵抗試験							
			9.18.4	散水後の絶縁耐力確認試験			JIS C 0024	環境試験方法-電気・電子―塩水噴霧試験方法			
	9.8	電気出力試験			基本性能試験		JEAC 5002	ミレニアム事業提案試験法			
	9.20	騒音試験			環境性試験		JIS S 2093 JIS B 8005 JIS C 1502 JIS B 8627-1 JIS S 8692 JIS S 8980 JIS S 2147 JIS S 3031 JIS B 8122 JEM 1398	家庭用ガス燃焼機器の試験方法 ガスヒートポンプエアコン パワーコンディショナ パワーコンディショナ カセットこんろ 石油燃焼機器 コージェネレーションユニット ディーゼルエンジン駆動可搬型			
							JIS S　1502	普通騒音計			

9.9	給湯温度、有効出湯量試験	9.9.1	給湯温度試験	基本性能試験		JIS S 2093	家庭用ガス燃焼機器の試験方法			
		9.9.2	有効出湯量試験			JIS S 2109	家庭用ガス温水機器			
9.10	発電効率試験			基本性能試験		JEAC 5002TR C 0003JIS K 2301	ミレニアム事業提案試験法りん酸形燃料電池の性能試験方法燃料ガス及び天然ガス-分析・試験方法			
9.11	排熱回収効率試験			基本性能試験		JEAC 5002 TR C 0003 JIS K 2301	ミレニアム事業提案試験法 りん酸形燃料電池の性能試験方法 燃料ガス及び天然ガス-分析・試験方法			
9.21	排ガス測定試験			環境性試験		JIS B 7952 JIS B 7952 JIS B 7982 JIS B 7983 JIS K 0151 JIS D 1030 JIS S 2109 JIA 規格ガス燃焼機器の排ガス中の窒素酸化物濃度測定方法暫定規格 JIS S 2093 TR 0004	ミレニアム事業提案試験法 家庭用ガス燃焼機器の試験方法 りん酸形燃料電池発電設備の環境・保安試験法			
9.7	起動試験			基本性能試験		IEC TC105 WG4	ミレニアム事業提案試験法			
9.15	停止試験			基本性能試験		IEC TC105 WG4	ミレニアム事業提案試験法			
9.12	負荷変動特性試験					IEC TC105 WG4 TR C 003	ミレニアム事業提案試験法 りん酸形燃料電池の性能試験方法			
9.13	負荷追従特性試験						ミレニアム事業提案試験法			
9.14	周囲温湿度試験 ※ミレニアム事業では試験法として定めないと結論付けた。					JIS Z 8703 JIS C 0010 JIS C 0032	試験場所の標準状態 環境試験方法通則 環境試験方法(電気・電子) 機器用高温高湿(定常) 試験方法			
9.22	排水測定試験					JIS K 0102 IEC TC105 WG4				
9.16	不活性ガス消費量試験			基本性能試験		JEAC 5002 TR C 000４ IEC TC105 WG4	ミレニアム事業提案試験法			
	安全装置確認試験	9.20.1	ガス漏洩試験	IECTC105 国際標準WG#2 セルスタック安全要件を参考に安全性試験方法を検討中。	H14 年度に追記予定。					
		9.20.2	許容運転圧力試験							
		9.20.3	冷却系統の耐圧試験							
		9.20.4	電気的過負荷試験							
		9.20.5	絶縁耐力試験							
		9.20.6	差圧試験							
		9.20.7	燃料不足試験							
		9.20.8	酸素・酸化剤不足試験							
		9.20.9	短絡試験							
		9.20.10	冷却欠如／冷却阻害試験							
		9.20.11	凍結・融解サイクル試験							

試験室の条件	
	JIS Z 8703表1
湿度	JIS Z 8703表2
室内雰囲気	
試験ガス	JIS S 2093 付表4
試験ガス条件表し方	JIS S 2093 付表4
	JIS S 2093 付表5，6